

Pferdeklinik der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. med. vet. Anton Fürst

Arbeit unter der Leitung von Prof. Dr. med. vet. Anton Fürst

Die Analyse der Konfiguration von Radiusfrakturen nach einer Schlagverletzung beim Pferd

INAUGURAL-DISSERTATION

Zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Markus Hartmann

Tierarzt
von Bludenz (Österreich)

genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. A. Fürst, Referent
Prof. Dr. H. Geyer, Korreferent

Zürich 2014
Druck Zentralstelle der Studentenschaft, Zürich

Meiner Familie und meinen Eltern
gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite:
1. ZUSAMMENFASSUNG	1
2. ABSTRACT	2
3. EINLEITUNG	3
3.1 Einleitung	3
3.2 Allgemeine Problematik	4
3.3 Zielsetzung bzw. zukünftiger Nutzen	5
4. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN	7
4.1 Anatomie	7
4.2 Histologie	9
4.3 Funktion/Statik/Physiologie	12
4.4 Muskulatur im Bereich des Radius	14

5.	DAS PFERD ALS FRAKTURPATIENT	16
5.1	Der Grosstier-Rettungsdienst Schweiz und Liechtenstein (GTRD CH/FL)	16
5.2	Erstversorgung und Transport eines Frakturpatienten	18
5.2.1	Untersuchung und Erstversorgung	18
5.2.2	Diagnostik und Stabilisierung der Fraktur/Fissur	19
5.2.3	Transport des Pferdes	20
6.	SCHLAGVERLETZUNGEN BEIM PFERD	21
6.1	Definition	21
6.2	Ursachen für Schlagverletzungen	21
6.3	Lokalisation	22
6.4	Auswirkungen	23
7.	FRAKTUREN/FISSUREN BEIM PFERD	24
7.1	Die AO-Vet Organisation	24
7.2	Fraktur/Fissur – Definition und Klassifikation	25
7.3	Frakturdiagnostik	29
7.4	Frakturheilung	31
7.4.1	primär	31
7.4.2	sekundär	32
7.4.3	Frakturheilung beim Jungtier	33
7.4.3.1	Bedeutung des Periosts	33
7.4.3.2	Bedeutung des Immunstatus/ zusätzlicher Krankheiten	34
7.4.3.3	Wachstumsstörungen	35

7.5	Behandlungskonzepte	35
7.5.1	Frakturheilung ohne Behandlung	36
7.5.2	Konservative Frakturheilung	36
7.5.2.1	Cast / Verbände	36
7.5.2.2	Schienung	37
7.5.2.3	Boxenruhe	38
7.5.2.4	Entlastungsset	38
7.5.3	Chirurgische Behandlungsmethoden	39
7.5.3.1	Externe Frakturfixation	39
7.5.3.2	Interne Frakturfixation	40

8. DIE ANALYSE VON RADIUSFRAKTUREN NACH EINER SCHLAGVERLETZUNG BEIM PFERD: RETROSPEKTIVE STUDIE ÜBER 66 FÄLLE (1993 – 2010) **44**

8.1	Zusammenfassung	44
8.2	Einleitung	45
8.3	Material und Methode	47
8.4	Resultate	47
8.4.1	Signalement	47
8.4.2	Anamnese	47
8.4.3	Klinische Untersuchung am Tierspital	48
8.4.4	Therapie	49
8.4.5	Outcome	50
8.5	Faktoren, welche den Heilungsverlauf beeinflussen	50
8.5.1	Frakturtyp	50
8.5.2	Lahmheitsgrad	51
8.5.3	Alter	51
8.5.4	Zeit bis Einlieferung ins Tierspital	52
8.6	Diskussion	52
8.7	Schlussfolgerung	55

9. LITERATURVERZEICHNIS	56
10. ABBILDUNGEN	61
11. TABELLEN	64
ANHANG 1 ANALYTISCHE BESCHREIBUNGEN	67
ANHANG 2 STATISTISCHE BESCHREIBUNGEN	83
ANHANG 3 ANALYTISCHE UND STATISTISCHE BESCHREIBUNGEN DER HEILUNGSDATEN	91
GLOSSAR	97
DANKSAGUNG	
CURRICULUM VITAE	

1. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war die Erfassung und Auswertung von Frakturen/Fissuren des Radius nach einer Schlagverletzung beim Pferd. Dazu diente das Patientengut (Krankengeschichten, Röntgenbilder) der Pferdeklinik der Vetsuisse Fakultät der Universität Zürich von 1993 bis 2010. Es wurden 66 Krankengeschichten ausgewertet. Davon waren 22 Fissuren, 2 Quer-, 15 Schräg-, 4 Mehrfragment-, 7 Abspreng-, 2 Salter-Harris-, 6 Spiral-, 5 Impressions-, 1 Längsfraktur sowie 2 nicht eindeutig zuordenbare Frakturen. Von den 66 Patienten wurden 32 konservativ und 15 chirurgisch versorgt. 19 Pferde wurden unmittelbar nach der Diagnosestellung euthanasiert oder geschlachtet. Gesamthaft wurden 47% aller Pferde (31) wegen schlechter Prognose, Kosten, medizinischen Problemen sowie wegen Implantatversagen nach der OP entweder unmittelbar nach Diagnosestellung oder während der Therapie euthanasiert. Es wurde gezeigt, dass Fissuren des Radius, Abspreng- und Impressionsfrakturen eine deutlich bessere Prognose bezüglich der Heilung hatten, als andere Frakturtypen. Mehrfragment-, Spiral-, Schräg- und Salter-Harris-Frakturen hatten nur eine geringe Chance auf vollständige Heilung. Das erarbeitete Wissen über Frakturkonfiguration, Therapiemethode und deren Outcome erleichtert die Interpretation der Befunde bei Frakturen/Fissuren nach einer Schlagverletzung. Damit wird die Prognosefindung für solche Verletzungen auch verbessert.

2. ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate fractures and fissures of the radius caused by kick injuries in horses. A total of 66 medical records of the Equine Clinic, Vetsuisse Faculty, University of Zurich, from 1993 to 2010 were evaluated. Of 66 fractures, there were 22 fissures, 2 transverse, 15 oblique, 4 comminuted, 7 chip, 2 Salter Harris, 6 spiral, 5 impression and 1 longitudinal fracture, and two fractures could not be classified. Thirty-two patients were treated conservatively, 15 were operated and 19 were euthanased immediately after a diagnosis had been made. Thirty-one (47%) patients were euthanased for various reasons, which included hopeless prognosis, cost of treatment, medical complications and implant failure. Horses with fissures and chip and impression fractures had a considerably better prognosis than horses with other types of fractures. Comminuted, spiral, oblique and Salter Harris fractures had a poor prognosis. Our findings, which relate fracture configuration to treatment options and outcome, facilitate interpretation of radius fractures and fissures and determining a prognosis.

3. EINLEITUNG

3.1 Einleitung

In den vergangenen 50 Jahren hat sich nicht nur die Anzahl der Pferde, sondern auch deren Haltungs- und Lebensbedingungen in der Schweiz grundlegend verändert. Früher wurden sie hauptsächlich als landwirtschaftliche Nutztiere (Heuernte, Ackerbau,...) oder als „Bestandteil“ der Armee eingesetzt (*Bachmann und Stauffacher 2002*).

Die Schweizer Kavallerie (Dragoner) wurde als letzte der europäischen Armeen 1972 abgeschafft. Nach der Rekrutenschule kauften die Dragoner ihr Pferd, den *Eidgenoss*, zu einem ermässigten Preis von der Armee und rückten damit in die jährlichen Wiederholungskurse ein. Diese Regelung war insbesondere für Ackerbauern attraktiv. In ländlichen Gebieten war der *Eidgenoss* für viele Schweizer ein Symbol des Milizsystems und der Verbundenheit von Heimat und Armee.

Heutzutage steht das Pferd hauptsächlich im Interesse des Sport- und Freizeitreitens. Die ursprüngliche Haltung in Ställen mit Anbindehaltung, wie sie hauptsächlich auf landwirtschaftlichen Betrieben üblich war, wich daraufhin rasch einem Haltungssystem mit Boxen (mit Paddock, Auslauf). Diese Haltungsform wird aber in den letzten Jahren gerade von grossen Teilen der Freizeitreiter mehr und mehr in Frage gestellt, weshalb nach Alternativen gesucht wurde. Die Pferde sollen wieder in Gruppen gehalten werden, um ihnen auch gerade in Bezug auf die Weidehaltung, mehr Sozialkontakt unter Artgenossen und bessere Bewegungsmöglichkeiten bieten zu können.

Doch eben diese neuen „Freiheiten“ stellen auch ein erhöhtes Verletzungsrisiko für die Pferde dar: In einer Arbeit von *Fürst et. al. 2006 b* wurde festgestellt, dass es zur Prävention von Schlag- und Bissverletzungen bei Pferden in Gruppenhaltung in Kombination mit Weidegang ein sehr gutes Management seitens der Gruppenzusammensetzung sowie der Eingliederung neuer Pferde benötigt. Ebenso ist die Gestaltung der Haltungssysteme sowie die Fütterungstechnik von grosser Bedeutung, um den Tieren ein equidentypisches Verhalten ermöglichen zu können und um das Risiko von Verletzungen von vornherein zu minimieren.

Rund $\frac{3}{4}$ aller Schlagverletzungen bei Pferden passieren auf der Weide mit Artgenossen, wie es von *Derungs* 2002 beschrieben wurde. Dabei kommt es in fast 50 % der Fälle zu einer Fraktur. Die Ursachen für Schlagverletzungen auf dem Weidegang können vielfältig sein: Zu kleine Weidefläche, zu langer Aufenthalt in der Boxe/Tag und anschliessendes sich „Austoben“, aggressives Verhalten, Angst, Stresssituationen.

3.2 Allgemeine Problematik

Bis in die 1980er Jahre hinein galten Behandlungen von Frakturen der langen Röhrenknochen, zu welchen ja auch der Radius gehört, als äusserst schwierig und aufwändig. *Sanders-Shamis* et al. 1986 sprechen in ihrer Fallstudie von einer meist schlechten Prognose bei adulten Pferden; bei den jüngeren Tieren ist sie etwas besser. *Auer et Watkins* 1987 beschrieben in einem Artikel im *Equine Veterinary Journal* Wege der Behandlungsmöglichkeiten von Radiusfrakturen bei ausgewachsenen Pferden; die Prognose wurde im Allgemeinen ebenfalls als schlecht angesehen.

Die Prognosestellung bei der Therapie einer Radiusfraktur hängt allerdings bei weitem nicht nur vom Alter des Pferdes ab:

Entscheidende und damit ausschlaggebende Punkte sind neben dem bereits oben erwähnten Alter auch das Geschlecht, die Rasse, der Wert (materiell/persönlich) des Tieres, das Temperament, der Verwendungszweck und natürlich der Wille und die finanziellen Möglichkeiten des Besitzers.

Ebenso von grosser Bedeutung ist die Klassifikation der Fraktur (Trümmerfrakturen haben eine deutlich schlechtere Prognose als z.B. ein einfacher, nicht dislozierter Bruch). Offene Frakturen mit/ohne Weichteilschädigung haben zudem meist eine schlechtere Ausgangslage als geschlossene, Frakturen mit Gelenksbeteiligung ebenso. In solchen Fällen kann es häufig zur Bildung von dauerhaften Bewegungseinschränkungen (Arthrose, Bildung von freien Gelenkskörpern) kommen, welche gerade die Nutzung eines Sportpferdes stark limitieren bis unmöglich machen.

Auch können Frakturen in der Wachstumsfuge bei Jungtieren starken Einfluss auf den späteren Verwendungszweck haben.

Ein kritischer Bereich der Frakturbehandlung mittels Osteosynthese (Platten und Schrauben) beim Pferd ist das verhältnismässig grosse Gewicht der Tiere. Dadurch bedingt kann es nach erfolgreich absolvierter initialer Operation zu Implantatversagen kommen. Diese wurden in den letzten Jahren zwar kontinuierlich verbessert, die starken Druck- und Scherkräfte, welche hier aber oft zu Tage treten, sind leider immer noch nicht vollständig beherrschbar. Ein weiterer kritisch zu betrachtender Punkt ist, dass es sich beim Pferd um ein Fluchttier handelt, welches natürlicherweise nach dem Aufwachen aus der Narkose sofort versucht, wieder aufzustehen und damit die operierte Gliedmasse wenig bis gar nicht schont (*Liechti et al. 2003*). Ein häufiges Problem neben dem Risiko eines Implantatversagens ist auch das Risiko einer neuerlichen Fraktur sowie die Ausbildung einer belastungsinduzierten Hufrehe der kontralateralen Gliedmasse. Abhilfe schafft hierbei meist nur - neben der täglichen Kontrolle - die Entlastung des gesamten Pferdes; z.B. durch ein Netz, welches in der Boxe aufgehängt wird und dem Pferd das Stehen bei nicht vollem Tragen des eigenen Gewichtes erlaubt. Mit Wasser gefüllte Aufwachbecken (Swimmingpool) haben nochmals zu einer deutlichen Verbesserung geführt, werden allerdings meist nur in Spezialkliniken angeboten (*Schneider 1990*).

Obwohl im Gegensatz zu früher die Prognose bei Frakturen des Radius gegenüber den Pferdebesitzern als deutlich besser angegeben werden kann, ist eine solche Verletzung mit anschliessender Operation nach wie vor als sehr kritisch und vorsichtig zu beurteilen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass neben einer fachlich korrekten Diagnose- und einer objektiven Prognosestellung weiterhin viel an Forschung und Publikation nötig sein wird, um die Erfolgsquoten bei den behandelten Radiusfrakturen zu erhöhen. Diesem Umstand bzw. diesem Ziel ist diese Dissertation gewidmet.

3.3 Zielsetzung und zukünftiger Nutzen

Schlagverletzungen gehören wie bereits eingangs erwähnt zu den häufiger auftretenden Verletzungen bei Pferden. Sehr häufig kommt es dabei zu einer Fraktur.

Da es gerade bezüglich dieser Thematik relativ wenig Literatur gibt (viele Pferde wurden anhand der schlechten Prognose sofort euthanasiert und erst gar nicht behandelt), wurden in den letzten Jahren einige Arbeiten in Auftrag gegeben und ausgewertet, um mehr an Wissen und Erfahrung zu gewinnen.

Dieser Wissensstand und die neu gewonnen Erfahrungswerte sind notwendig, um den Pferdebesitzern einerseits eine bessere Prognose geben zu können, andererseits die Erfolgsaussichten für zukünftige Patienten zu verbessern. Dass es dabei nicht allein auf die chirurgische Versorgung der Fraktur und die anschliessende mehrwöchige Rekonvaleszenz ankommt, sondern bereits mit der optimalen Erstversorgung beginnt und im Anschluss daran eine genaue Diagnosestellung mit bildgebenden Verfahren erfolgt, versteht sich von selbst (*Fürst et al. 1993*).

Zielsetzung dieser Dissertation war es unter anderem, mit Hilfe der 66 ausgewerteten Krankengeschichten vom Tierspital Zürich aus den Jahren 1993 – 2010 Klassifizierungen vornehmen zu können. Diese beziehen sich auf den Frakturtyp, die radiologische Auswertung, die Behandlungsart, die Aufenthaltsdauer am Tierspital und natürlich zu guter Letzt das Outcome der Patienten. *Anhand dieser Auswertungen sollte es für den Chirurgen einfacher möglich sein, dem(r) Besitzer(in) eine fundierte Prognose über den Verlauf der Therapie und die weitere Genesung des Pferdes geben zu können.*

Zu dem Thema „Radiusfrakturen nach einer Schlagverletzung“ gibt es nicht nur wenig an Literatur, sondern leider bis jetzt auch wenig an Klassifizierungen und statistischen Auswertungen. Mit deren Hilfe kann die Prognose und Therapie von Anfang an besser beurteilt und mit dem Besitzer abgesprochen werden. Ebenfalls kann das Chirurgie-Team anhand des Frakturtyps und der in diesem Zusammenhang ausgewerteten Daten die Behandlungsmethode (wie z.B. Platten und Schrauben) adaptieren und ausführen.

4. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

4.1 Anatomie

Der Radius (Deutsch: Speiche) gehört zu den sogenannten langen Röhrenknochen und bildet zusammen mit der Ulna (Elle) das Zeugopodium. Er ist beim Pferd sehr stark ausgebildet und besitzt eine prominente Kontur (*Nickel et al. 1992*).

Er wird in 3 Abschnitte unterteilt:

- prox. Stück mit dem Speichenkopf (Caput radii)
- Corpus radii
- dist. Stück mit der Speichenwalze (Trochlea radii)

Das prox. Stück ist flächenhaft zur Fovea capitis radii vergrössert, welche gemeinsam mit der Incisura trochlearis der Ulna und der dist. Gelenkfläche des Humerus (Oberarmknochen) das Ellbogengelenk (Articulatio cubiti) bildet (*König et. Liebich 1999*). Dieses ist ein zusammengesetztes Walzengelenk; seiner Funktion nach ein Scharniergelenk.

Auf beiden Seiten des Speichenkopfes sind Bandhöcker zur Insertion von Bändern und Muskeln ausgebildet; am craniomedialen Rand des Caput radii befindet sich die Tuberositas radii, welche dem M. biceps brachii Ansatz bietet.

Das Corpus radii ist in seiner Längenausdehnung leicht gebogen. Der Margo medialis wird nur von der Faszie und der Haut bedeckt; dieser Umstand der fehlenden Bedeckung durch schützende Muskulatur ist von relativ grosser Bedeutung bei der Erstversorgung eines Frakturpatienten. Neben einem schützenden Verband bedarf es auch zumindest einer lateral angebrachten Schiene (vom Huf hoch bis zum Schulterblatt), um eine Abduktion der Gliedmasse nach lateral zu verhindern. Sonst könnten die scharfen Frakturenenden leicht die Haut penetrieren und demzufolge so eine offene Fraktur vom Typ I mit all seinen zusätzlichen Komplikationen und Problemen entstehen lassen (*Watkins 2004*).

Am distalen Ende des Radius befindet sich wie bereits erwähnt die Speichenwalze, die zur Artikulation mit der antebrachialen Reihe der Karpalgelenksknochen dient. Medial befindet sich der Proc. styloideus radii: Er bietet den med. Gelenkbändern Ansatz. Lateral ist beim Pferd ein Proc. styloideus ulnae zur Insertion der Bänder ausgebildet.

Phylogenetisch hat sich das Zeugopodium beim Pferd anders entwickelt als bei den übrigen Haussäugetieren. Während z.B. bei den Fleischfressern (Hund, Katze) noch eine eingeschränkte Beweglichkeit in diesem Bereich gegeben ist, ist das Pferd hier vollkommen immobil. Die Ulna ist im dist. Bereich zudem in ihrer Länge reduziert

(König et Liebich 1999).

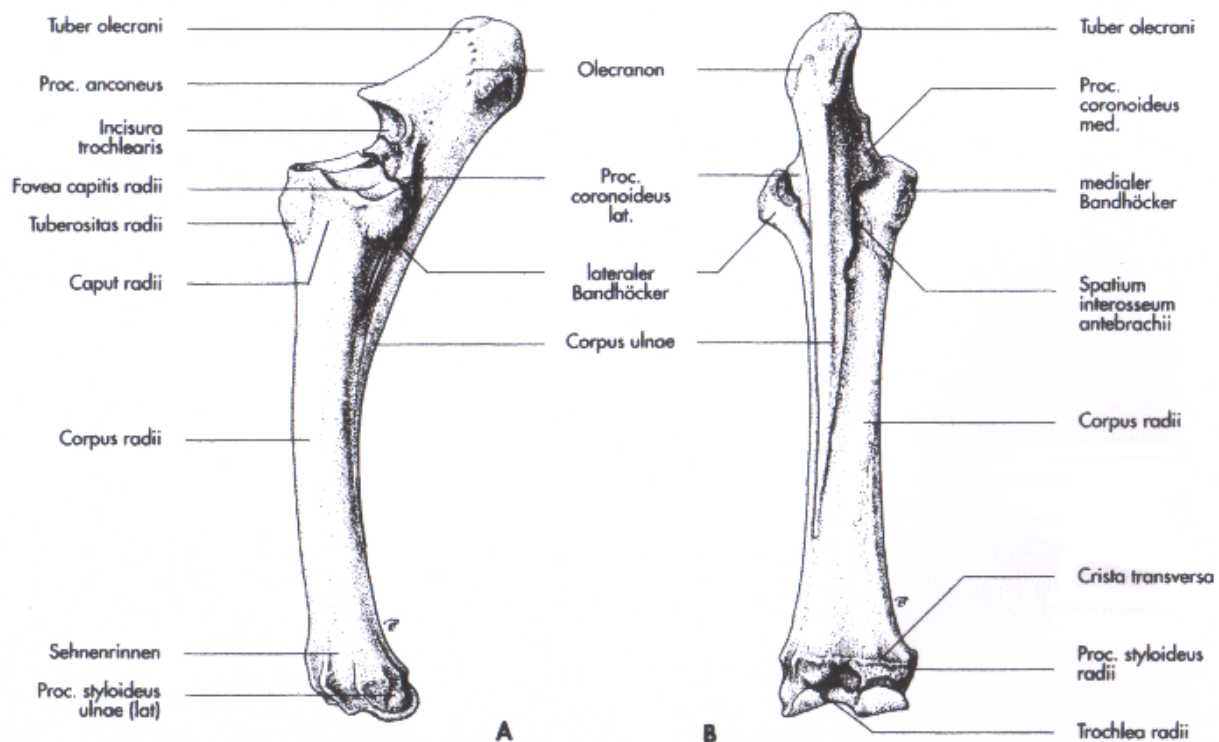


Abb. 1: Schematische Darstellung des linken Radius und der linken Ulna des Pferdes (A Lateralansicht und B Kaudalansicht) aus König et Liebich (1999)

4.2 Histologie

Der Radius als langer Röhrenknochen besteht aus einer aussen liegenden Schicht (Substantia compacta) und einer innen liegenden Substantia spongiosa. Durch die starken Druck- und Zugbelastungen, wie sie speziell am Radius vorkommen, unterliegt dieser Knochen ständigen Umbau- und Umbildungsvorgängen. Die Stelle der grössten Wandstärke befindet sich im Bereich der Diaphyse (*König et Liebich 1999*).

Bis auf wenige Stellen (Gelenkknorpel, Muskelansätze) wird der Knochen vollständig von der Knochenhaut (Periost) umgeben, welche sich in eine äussere faserige Schicht (Stratum fibrosum) und eine innere zellreiche Schicht (Stratum cambium) unterteilen lässt.

Das Periost schliesst feine Blut- und Lymphgefässe sowie sensible Nervenfasern zur Versorgung des Knochens ein. Das Stratum cambium spielt bei der Frakturheilung eine grosse Rolle (*Liebich 1993*).

Der Radius gehört wie die meisten Knochen zu den Lamellenknochen. Diese unterliegen der sogenannten chondralen Osteogenese; d.h. die Entwicklung wird über Vorläuferstufen aus hyalinem Knorpel vorangetrieben. Die Osteogenese beginnt im Bereich der Diaphyse vom Perichondrium ausgehend mit der Differenzierung und Weiterentwicklung von undifferenzierten mesenchymalen Zellen zu knochenbildenden Vorläuferzellen (Präosteoblasten), aus diesen wiederum entstehen durch mitotische Teilungen dann die eigentlichen Osteoblasten.

Die Osteoblasten produzieren die Interzellulärsubstanz. Auf diese Weise entsteht die perichondrale Manschette. Durch Chondroklasten, welche den Knorpel sukzessive abbauen, wird Platz für das Einsprossen von Blutgefässen geschaffen. So können die Osteoblasten ins Innere des Knochens gelangen und zur enchondralen Ossifikation übergehen.

Die Ossifikation geht von der Diaphyse aus und arbeitet sich dann in Richtung der Epiphysen weiter. An die Ossifikations-Knorpel-Grenze schliesst die Eröffnungszone an, welche durch fortschreitende Chondroklastentätigkeit vorbereitet und vorangetrieben wird. Hier kommt es durch Osteozyten, welche durch weitere Differenzierung aus Osteoblasten entstanden sind, zur Ablagerung von Osteoid und Mineralsalzen. So entsteht zunächst Geflechtknochen.

Die Epiphysen, die eigene Ossifikationskerne besitzen (siehe untenstehende Auflistung) unterliegen ebenfalls diesem Vorgang, sodass die Umwandlung von Knorpel- in Knochengewebe mit Ausnahme der Epiphysenenden stetig fortschreitet. In diesem Bereich der Knochenenden bleibt der Knorpel erhalten und es entsteht der spätere Gelenkknorpel.

Auftreten von Haupt- und Nebenkernen in den Epiphysen

Hauptkerne	Nebenkern			
	proximal		distal	
Auftreten	Auftreten	Verschmelzung	Auftreten	Verschmelzung
2. Monat Trächtigkeit	8. – 9. Monat Tr.	5. – 18. Monat	8. Monat	3 ½ Jahre

Aus: König und Liebich (1999)

Am Übergang Diaphyse/Epiphyse bleibt auch Knorpelgewebe vorhanden, der als Epiphysenfugenknorpel bezeichnet wird. Von ihm geht das Längenwachstum des Knochens aus und er bleibt bis zum Abschluss des Längenwachstums erhalten.

Der Geflechtknochen wird sukzessive durch ständige mechanische Beanspruchung (Druck, Zug) in einen Lamellenknochen umgewandelt. Osteoklasten bauen den primären Knochen ab und es entstehen die sogenannten Howship'schen Lakunen (Markel et Lopez 2006). In diese hinein sprossen Blutgefäße ein. Osteoblasten bauen konzentrisch um die Gefäße herum Lamellen. Auf diese Weise entsteht ein Osteon, der Grundbaustein des Lamellenknochens. Jedes einzelne dieser Osteone besteht aus einem Zentralkanal (auch Havers-Kanal), welcher ein Blutgefäß und vegetative Nervenfasern inklusive mesenchymalem Bindegewebe enthält (siehe Abb. 2). Die Lamellen werden von kollagenen Fasern (parallel angeordnet) und der mineralisierten Knochenmatrix gebildet. Die Osteone sind untereinander durch quer verlaufende Blutgefäße verbunden (Volkmann-Gefäße). Aus diesem Grund ist der Knochen ein sehr gut vaskularisiertes Gewebe.

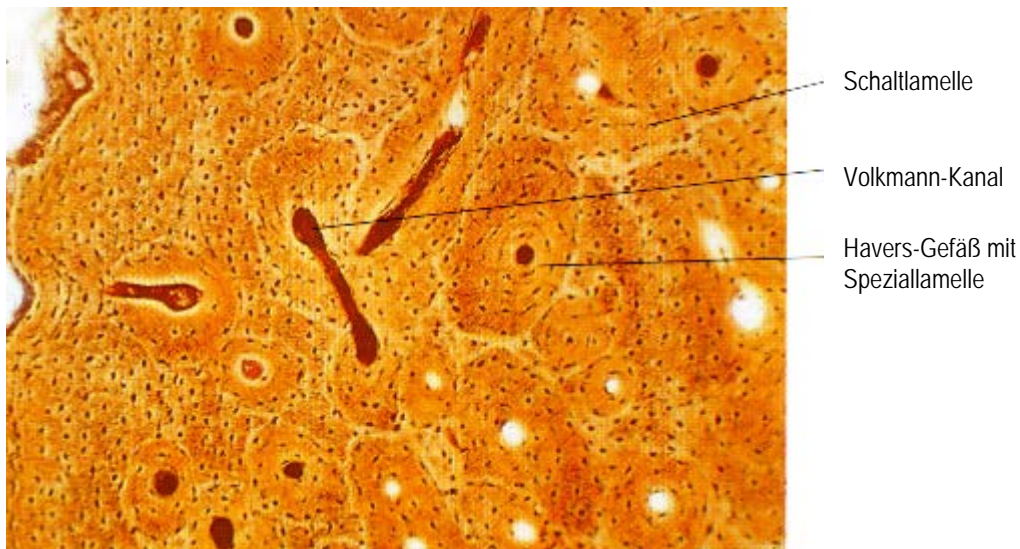


Abb. 2: Querschnitt durch die Substantia compacta eines Röhrenknochens mit Havers-Systemen (Speziallamellen) und Schaltlamellen. Darstellung nach Schmorl, vergr. 50fach. Aus: Liebich (1993)

Durch die sich stetig ändernden Belastungen auf den Knochen, unterliegt er ständigen Ab- und Aufbauvorgängen (speziell im Bereich der Substantia spongiosa). Osteone, welche ihre Funktion eingebüsst haben, werden als Schaltlamellen bezeichnet.

An der äusseren Knochenoberfläche werden die Lamellen als äussere Grundlamelle bezeichnet, durch kollagene Fasern ist das Periost an ihr befestigt. Diese Fasern werden hier als Sharpey-Fasern bezeichnet. An der Innenseite (Endost) liegt die innere Grundlamelle.

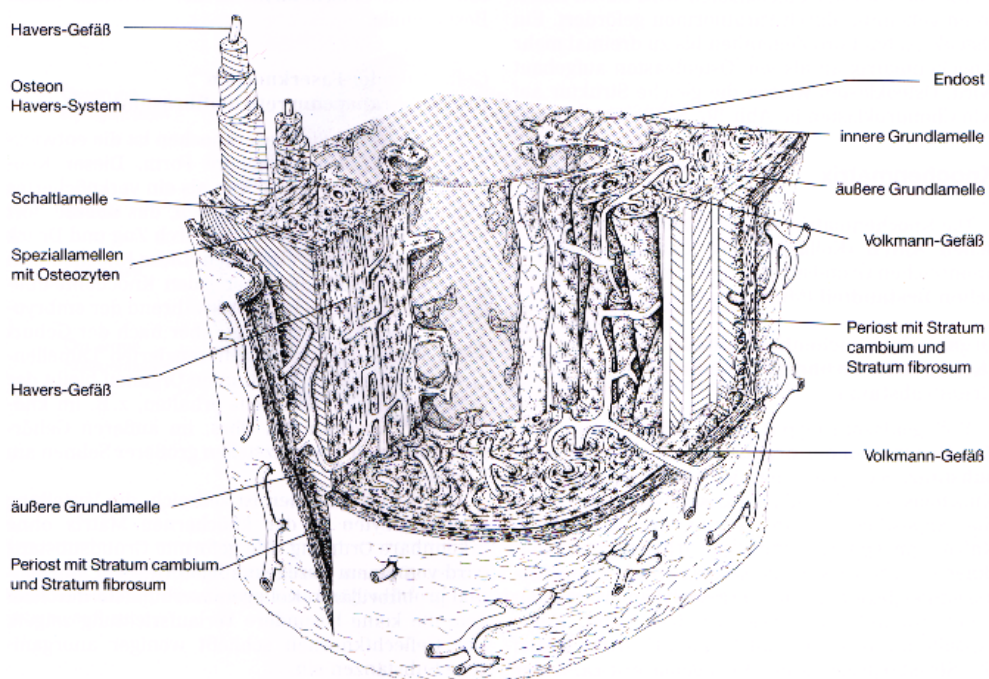


Abb. 3: Schematische Darstellung eines Ausschnitts aus der Substantia compacta der Diaphyse eines Röhrenknochens. Aus: Liebich (1993)

4.3 Funktion/Statik/Physiologie

Knochengewebe besitzt grundsätzlich 4 wichtige Funktionen im Körper:

- ✓ Stütz- und Haltefunktion
- ✓ Schutz von Weichteilgewebe und Organen
- ✓ Bildung von Vorläuferzellen durch blutbildende Organe (Knochenmark)
- ✓ Stoffwechselfunktion

Wie bereits in Kapitel 4.1 erwähnt, gehört der Radius zu den langen Röhrenknochen. Als solcher hat er speziell beim Pferd eine grosse Stütz- und Tragfunktion, da es bei dieser Tierspezies durch die komplette Immobilität betreffend der Drehbeweglichkeit im Bereich des Unterarmes während der langen phylogenetischen Entwicklung zu einer Reduktion des distalen Teils der Ulna gekommen ist.

So sorgt der Radius im Bereich des Zeugopodiums im Zusammenspiel mit der dazugehörenden Muskulatur (siehe Kapitel 4.4) und dem Knorpelgewebe in den entsprechenden Gelenken (Art. cubiti / Art. antebrachioarpea) für die tierartspezifischen Lokomotionsmuster und Bewegungsabläufe.

Ebenso fungieren zahlreiche Knochen zusätzlich als Schutz für diverse Weichteile und Organe (z.B. Rippen und Schädelknochen).

Knochengewebe, wie zum Beispiel auch der Radius, schliesst in seiner Markhöhle blutbildende Organe mit ein (rotes Knochenmark). Es ist somit ein bedeutender Bestandteil im Rahmen der Häthropese.

Die letzte wichtige Funktion des Knochengewebes ist die Aufrechterhaltung eines Ca- und P-Speichers im Körper. Zusätzlich wird dadurch die Homöostase (Ca/P-Konzentration im Blut) reguliert (Karlsn et al. 1994). Diese angesprochene Stoffwechselfunktion des Knochens wird durch eine fein abgestimmte hormonelle Steuerung erreicht. Durch fortlaufende Auf- und Abbauvorgänge wird der Knochen je nach erforderlichen statischen und mechanischen Bedürfnissen (Druck-, Zug- und Scherkräfte) ständig umgebaut. Das Hormon Calcitriol (1,25 Dihydroxycholecalciferol) wird in der Niere gebildet und sorgt einerseits dafür, dass Calcium aus dem Knochen gelöst und dadurch der Blutcalciumspiegel erhöht wird. Ausserdem wird durch dieses Steroidhormon die Aufnahme von Calcium von der Dünndarmmucosa ins Blut erleichtert sowie die renale Ausscheidung von Calcium und Phosphor reduziert.

Parathyrin (Parathormon PTH), ebenfalls ein Peptidhormon, wird in den Nebenschilddrüsen produziert. Es steigert den Ca-Spiegel im Blut und senkt die P-Konzentration.



4.4 Muskulatur im Bereich des Radius

In diesem Kapitel gehe ich nur auf die wichtigsten Muskeln in der Region des Unterarms ein (*König und Liebich* 1999). Betreffend ihrer Funktion können diese Muskeln in Gruppen eingeteilt und dementsprechend zusammengefasst werden:

Muskeln im Bereich des Radius

Beuger des Ellbogen-gelenks	Strecker des Karpal-gelenks	Beuger des Karpal-gelenks	Feststeller des Karpal-gelenks	Stecker der Zehen-gelenke	Beuger des Vorder-fusses
M. brachialis	M. extensor carpi radialis	M. extensor carpi ulnaris	M. biceps brachii	M. extensor digitorum lat.	M. flexor digitorum superficialis
M. biceps brachii	M. extensor digitorum communis	M. flexor carpi radialis	M. extensor carpi radialis		M. flexor digitorum profundus
	M. abductor pollicis longus	M. flexor carpi ulnaris			

Aus: König und Liebich (1999)

Wie auf Abbildung 5 zu sehen ist, wird der Radius auf seiner Medialseite nicht von Muskulatur bedeckt. An dieser Stelle befinden sich über dem Knochen nur eine dünne Faszien-schicht und darüber die äussere Haut. Dies hat einerseits zur Folge, dass der Radius in diesem Bereich leichter verwund- und verletzbar ist; durch die fehlende Muskulatur fehlt jegliche stossdämpfende Wirkung bei starken Traumata (z.B. Schlag von einem anderen Pferd).

Andererseits kann es bei nicht lege artis durchgeführter Fraktur-/Fissurversorgung für den Transport in eine Klinik zum Auftreten von Komplikationen kommen (*Fürst* 2006, *Auer et al.* 1995). Eine primär durch ein Trauma, etc. bedingte geschlossene Fraktur/Fissur kann durch eine unzureichende Stabilisierung zu einem offenen Bruch werden, welcher dann bedeutend schwieriger zu therapieren ist und mehr Risiken in der Nachbehandlung in sich birgt (Auftreten von Infektionen).

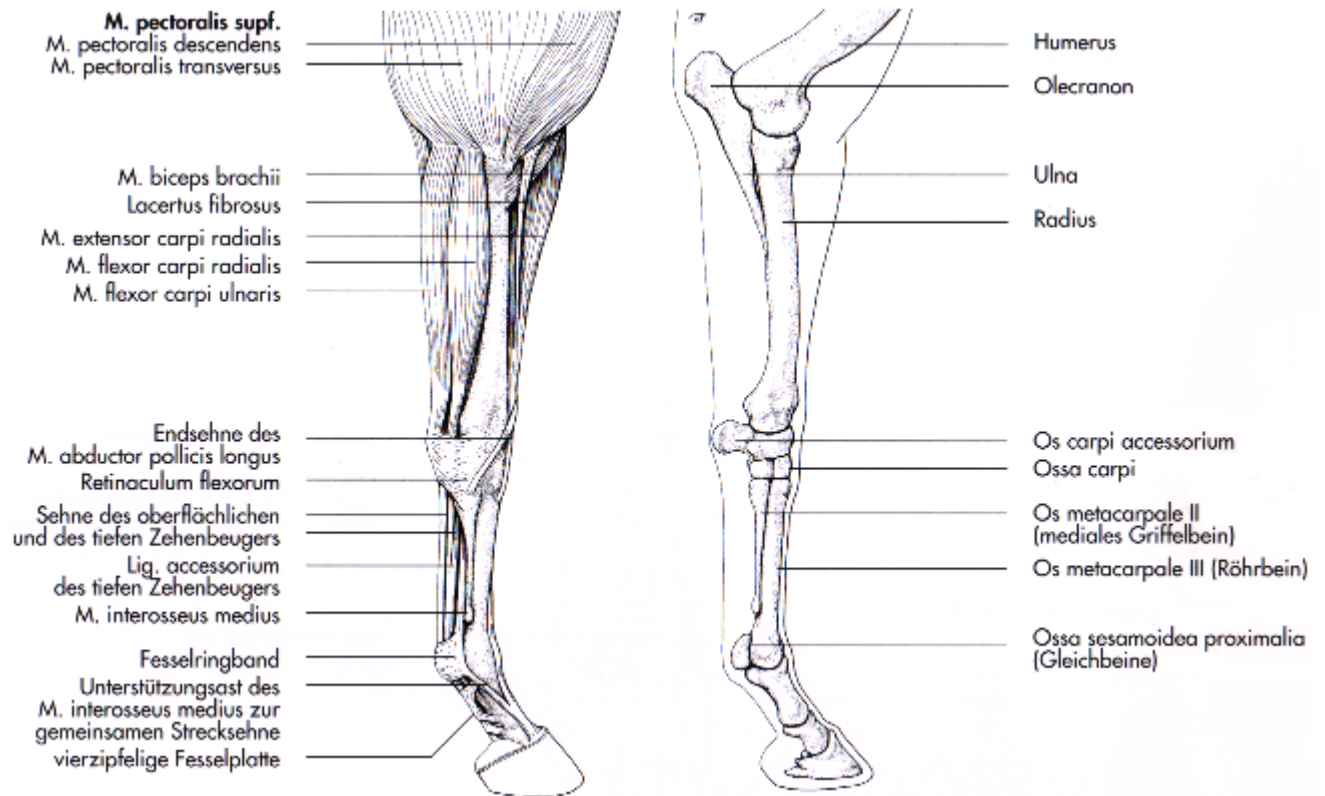


Abb. 5: Schematische Darstellung der Muskeln des Vorderfusswurzelgelenks und der Vorderzehe sowie des Skeletts des Pferdes (Medialansicht). Aus: König und Liebich (1999)

5. DAS PFERD ALS FRAKTURPATIENT

5.1 Grosstier-Rettungsdienst Schweiz und Liechtenstein

Der Grosstier-Rettungsdienst Schweiz und Liechtenstein (GTRD CH/FL) wurde im Jahr 1997 ins Leben gerufen und führt seitdem zahlreiche Aufgaben und Tätigkeiten aus.

Zu diesen zählen unter anderem diverse Kranken- und Spezialtransporte, Notfalltransporte, das Aufstellen festliegender Pferde sowie die Bergung von verunfallten und verletzten Grosstieren.

Zum „Patientengut“ zählen vor allem Equiden (Pferde, Esel, Ponies, Maultiere und Maulesel), aber bei Bedarf auch landwirtschaftliche Nutztiere (Kühe, Schweine, Schafe und Ziegen), Exoten und Zootiere.

Der GTRD CH/FL hat seinen Hauptstützpunkt in Embrach (ZH). Daneben gibt es noch 6 weitere Stützpunkte. Diese liegen regional verteilt im Rheintal (GR), in Densbüren (AG), Ennetbürgen (NW), der Region Bern, im Tessin sowie in der Region Lausanne.

Die Tätigkeiten werden grossteils von freiwilligen Helfern ausgeführt, welche sich durch diverse Aus- und Weiterbildungen auf ihre Einsätze spezialisiert haben. In Zusammenarbeit mit den Tierärzten sowie den anderen Helfern vor Ort (z.B. Feuerwehr) können die Einsätze durchgeführt werden.

Der Transport bzw. die Bergung der Tiere erfolgt entweder mittels der Grosstier-Ambulanz oder mittels Helikopter. Speziell für diese Flugeinsätze wurde das **Tierbergungs- und Transportnetz (TBTN)** entwickelt, durch welches ein sicherer, schonender und tierschutzgerechter Transport möglich ist. Es wird für Horizontal-Bergungen verwendet und ist in den Normgrössen S, M und L erhältlich (in der Schweiz werden TBTN nur mit einer entsprechenden Einschulung durch den GTRD[®], verkauft).



Abb. 6: Tierbergungs- und Transportnetz (TBTN). Bild aus Online-Ausgabe Langenthaler Tagblatt 22.01.2004

Im Gegensatz dazu gibt es noch das Grosstier-Vertikalbergungsset (GTVBS), durch welches auch Bergungen aus Schächten, usw. durchführbar sind. Diese werden allerdings nur durch die spezialisierten Teams des GTRD durchgeführt.



Abb. 7: Grosstier-Vertikalbergungsset (GTVBS). Bild: Homepage des GTRD CH/FL

5.2 Erstversorgung und Transport eines Frakturpatienten

5.2.1 Untersuchung und Erstversorgung

Die fachgerechte Erstuntersuchung und –versorgung direkt am Ort des Geschehens hat auf den späteren Verlauf und Ausgang eine sehr grosse Bedeutung. Darum ist es essentiell, von Beginn an die richtigen Abläufe und Handgriffe abrufbar zu haben. Einerseits wird dadurch keine unnötige Zeit verschwendet, andererseits verbessert sich dadurch auch die Prognose (und damit die Erfolgchancen) für das Pferd (*Fürst* 2006). Diesem Umstand ist dieses Kapitel gewidmet.

Bei einem Pferd, welches eine Traumaanamnese aufweist und ein Fraktur-/Fissurverdacht vorliegt, ist es stets angezeigt, neben einer Allgemeinuntersuchung, welche die wichtigsten Vitalparameter (wie z.B. Herz/Kreislauf, Atmung) beinhaltet, eine sorgfältig durchgeführte Untersuchung der betreffenden Stelle an der Extremität vorzunehmen.

Stellt sich dabei heraus, dass die Prognose infaust ist oder eine Operation für den/die Besitzer nicht in Frage kommt, sollte das Pferd nach Absprache euthanasiert werden (*Fürst* 2006). Dabei ist auf eine sichere, ruhige und einfühlsame Vorgehensweise zu achten.

Konnte eine Stelle lokalisiert werden und liegt eine Hautverletzung bzw. Wunde vor, sollte diese rasiert, gewaschen und desinfiziert werden. Nach *Hubert et Stashak* 2011 ist es von grösster Bedeutung, eventuell bereits vorhandenes nekrotisches oder zerstörtes Gewebe zu entfernen und die Wunde mit Hilfe eines Verbandes abzudecken.

Des Weiteren sollte gerade bei grossen Wunden oder bei offenen Frakturen eine sofortige systemische Antibiotikagabe erfolgen.

Die Verabreichung von analgetisch und antiphlogistisch wirksamen Substanzen (Flunixin meglumine, Phenylbutazon, Meloxicam) sollte nur nach erfolgreich durchgeführter Stabilisierung der Fraktur/Fissur erfolgen. Ist diese Stabilisierung nicht adäquat machbar, ist die Anwendung von Analgetika kontraindiziert, da sie zu einer Überbelastung des betroffenen Beines und damit zu verstärkten Komplikationen führen können.

Bei starkem Blutverlust und einem instabilen Kreislaufzustand (Schock) ist es notwendig, den Flüssigkeitsverlust mittels Infusionslösungen zu substituieren. Nach Setzen eines Venenkatheters können so bis zu 10% des Körpergewichtes in Form von Elektrolyt- und Glucoselösungen zugeführt werden (*Fürst* 2006).

5.2.2 Diagnostik und Stabilisierung der Fraktur/Fissur

Besteht die Möglichkeit, durch ein mobiles Röntgengerät die radiologische Untersuchung direkt vor Ort durchzuführen, sollten die grundlegenden Regeln für die Röntgenuntersuchung unbedingt befolgt werden.

Neben der richtigen und angepassten Einstellung des Gerätes sollten mindestens 4 Bilder in verschiedenen Ebenen angefertigt werden. Meist ist dafür eine Sedation des Pferdes notwendig.

Besteht anhand der Röntgenbilder und der klinischen Untersuchung eine gute bis günstige Prognose und können sich die Besitzer für eine Operation entscheiden, gilt es, das Pferd für die Fahrt in die Klinik transportfähig zu machen. Bevor das Pferd bewegt und in den Transportanhänger verladen wird, ist es notwendig, die Fraktur/Fissur mit Hilfe eines Casts (nur bei distalen Radiusfrakturen) oder eines Verbandes inklusive Schienung zu stabilisieren.

Die Gelenke ober- und unterhalb einer Fraktur müssen immer in den Cast/Verband mit einbezogen werden, um auch hier eine komplette Immobilisation zu erreichen. Dies ist jedoch gerade bei einer Radiusfraktur schwierig vorzunehmen, da das obere Gelenk (Ellbogengelenk) durch den Thoraxbereich nicht frei zugänglich ist. Für einen Schienenverband sollten 2 Schienen in den Verband integriert werden: eine lateral vom Boden bis hoch zum Schulterblatt und eine kaudal vom Boden hoch bis zum Tuber olecrani. Erst dadurch ist gewährleistet, dass es bei einer primär geschlossenen Fraktur nicht durch Achsknickung des Radius nach medial (und damit Penetration der Haut) zum Entstehen einer offenen Fraktur kommt. Auch kann es bei einer ursprünglichen Fissur durch mangelhafte Stabilisierung zur Entstehung einer Fraktur kommen.

Oft ist eine Sedation des Pferdes notwendig, um einen entsprechenden Transportverband anlegen zu können (*Meagher* 1980). In diesem Stadium ist es nicht notwendig, eine komplette Reduktion der Fraktur herbeizuführen. Vielmehr geht es darum, die Gliedmasse in eine normale Position zu bringen (Achse). Es gilt, übermäßige Bewegung der Fraktarenden zu verhindern und weiteren Schaden am Weichteilgewebe und am Knochen zu vermeiden.

Des Weiteren wird durch die Stabilisierung der betroffenen Gliedmasse die Stresseinwirkung (durch den Schmerz) auf das Pferd deutlich minimiert und dem Tier die Möglichkeit gegeben, sein Gewicht wieder auf allen 4 Beinen zu tragen.

5.2.3 Transport des Pferdes

Für den Transport eines Pferdes mit einer Fraktur ist es von grossem Vorteil, einen eigens dafür spezialisierten Anhänger zu verwenden (*Fürst* 2006). Der in Kapitel 5.1 erwähnte GTRD CH/FL besitzt solche Anhänger, die eigens für diese Zwecke konstruiert und ausgerüstet wurden. In diesen ist während der ganzen Fahrt, welche rücksichtsvoll und vorsichtig von statten gehen muss, eine Intensivbetreuung möglich. Ausserdem sollten solche Transporte immer von einem Tierarzt begleitet und betreut werden.

Der Anhänger sollte zwei stehenden oder einem liegenden Pferd(en) genügend Platz bieten und mit einem rutschfesten Boden ausgelegt sein. Zudem darf die hintere Rampe nicht zu steil sein, da ansonsten ein Verladen des Frakturpatienten fast unmöglich ist. Die Anhänger sind von der Rahmenkonstruktion her sehr stabil gebaut, sodass auch das Anbringen eines Transportnetzes möglich ist.

Ist ein Transport des Pferdes im Stehen nicht möglich, so muss es liegend in Seitenlage transportiert werden. Mittels einer sogenannten Schleppmatte wird das Tier mit einer Seilwinde in den Anhänger gezogen. Wichtig dabei ist, dass der Kopf des Pferdes durch einen gepolsterten Pferdehelm geschützt wird. Über die Hufe werden spezielle Lederschuhe gezogen. Im Anhänger liegt dann das Pferd während der ganzen Fahrt auf einer speziellen Luftmatratze, welche mittels Pressluftflasche in kürzester Zeit gefüllt wird. Durch diese eigens entwickelten Luftmatratzen ist auch ein längerer Transport ohne das sonst übliche Risiko von Drucknekrosen und Nervenschädigungen in eine Klinik möglich.

Während des Transportes im Liegen wird das Pferd ständig durch mind. 1 Tierarzt betreut, der auch für die Erhaltung der erforderlichen Anästhesie zuständig ist. Diese wird durch Injektionsanästhetika eingeleitet und im Anschluss daran mittels Dauertropf-Infusion aufrechterhalten.

Viel mehr noch als der Transport eines Pferdes mit einer Fraktur im Stehen ist der Liegendtransport als sehr kritisch für das Tier anzusehen und sollte deshalb so rasch als möglich durchgeführt werden.

6. SCHLAGVERLETZUNGEN BEIM PFERD

6.1 Definition

Als Schlagverletzungen bezeichnet man Verletzungen, welche durch einen Hufschlag des Pferdes zustande kommen. Dabei treten neben ausgedehnten Weichteilverletzungen (Muskeln, Sehnen) auch häufig Frakturen und Fissuren der langen Röhrenknochen auf. Schlagverletzungen können sowohl bei Menschen mit häufigem Umgang mit Pferden (Pferdebesitzer, Reiter, Tierärzte, Pflegepersonal) auftreten, als auch bei den eigenen Artgenossen selbst. Dieser zweiten „Risikogruppe“ sei dieses Kapitel gewidmet.

6.2 Ursachen für Schlagverletzungen

Die in unseren Breitengraden oft übliche Haltung von Pferden in Boxen mit/ohne Paddock und kombiniertem Weidegang führt häufig dazu, dass sich bei den Pferden die angestaute Energie in Toben und Übermut (Bocken) entlädt und es so häufig zu Schlagverletzungen kommt. Da gerade Pferde sehr soziale Lebewesen sind, ist es nicht erstrebenswert, sie nur in Einzelboxen zu halten (*Derungs* 2002).

Bei der Offenstallhaltung, welche die weitaus sozialere Haltungsform darstellt, ist die Platzeinteilung leider oft falsch berechnet. So kommt es auch immer wieder vor, dass es an genügend vorhandenen Fluchtwegen mangelt. Rangniedere Tiere können somit nicht ausweichen und sich nicht zurückziehen. Dasselbe gilt natürlich auch für erkrankte/geschwächte Tiere sowie für juvenile Pferde.

Besonderes Augenmerk gilt der Integrierung neuer Pferde in eine bereits bestehende Gruppe (*Keiper et Receveur* 1992).

Für das Ausschlagen eines Pferdes sind mehrere Gründe in Betracht zu ziehen. Unterschieden wird hierbei zwischen einem spielerischen Schlag, einem Schlag aus Übermut, Schläge gegen verschiedene Störfaktoren, dem Schlag aus Respektlosigkeit, einem Schlag aus Angst und dem Schlag als Zeichen von Aggression. *Firth* 1985 zeigt mit seiner Arbeit auf, dass ein Pferd ein Fluchttier ist und als solches jederzeit spontan und unberechenbar auf irgendwelche ungewohnten Situationen reagieren kann. Laute Geräusche, eine zu schnelle Bewegung oder Annäherung können es veranlassen, als Zeichen einer Schreckreaktion auszuschlagen.

6.3 Lokalisation

Wie viel an Kraft genau hinter einem Schlag der Hintergliedmasse eines Pferdes steckt kann nur grob geschätzt und bestimmt werden. *Kriss et Kriss* 1997 haben in ihrer Arbeit erhoben, dass ein Pferd mit dem 1.8-fachen des eigenen Körpergewichtes ausschlagen kann; das entspricht bei einem ausgewachsenen Warmblutpferd einer Schlagkraft von ca. 1000 kg, die von einem einzigen Huf weiter geleitet wird.

Laut *Derungs* 2002 kommt es für die Prognosestellung nicht allein auf die Schlagkraft an. Es spielen hierbei noch andere Faktoren wesentlich mit:

- ✓ Lokalisation
- ✓ Körperliche Konstitution des getroffenen Pferdes
- ✓ Art der betroffenen anatomischen Strukturen

In ihrer Arbeit aus dem Jahr 2004, bei welcher alle Krankengeschichten von Pferden ausgewertet wurden, welche im Zeitraum 1992 – 2000 mit der Anamnese einer Verletzung/Fraktur an die Pferdeklinik der Universität Zürich eingewiesen wurden, stellte *Derungs* 2004 fest, dass das Röhr- und Griffelbein am häufigsten betroffen war (30 %). Die Fälle, bei denen der Radius involviert war, beliefen sich auf 17 %.

6.4 Auswirkungen

Wie bereits in Kapitel 6.1 beschrieben, resultieren ausgehend von Schlagverletzungen meist nicht nur Verletzungen von Haut, Muskeln und Sehnen; es kommt auch häufig zu Fissuren und Frakturen mit/ohne Gelenksbeteiligung.

Verletzungen passieren am häufigsten auf der Weide, auf welcher die Pferde die meiste Zeit unbeaufsichtigt sind (33%); zu je 19% geschehen sie während des Reitens oder während des Aufenthaltes im Stall, während des Transportes zu 7% und an diversen Wettkämpfen (4%). In 15% der Fälle war der Ort, an dem die Verletzung passierte nicht bekannt (*Derungs* 2004).

Die häufigste Ursache für eine Verletzung bei einem Pferd war ein Schlag von einem anderen Pferd (18%).

Nach wie vor von grösster Bedeutung ist in jedem Fall die fachlich korrekte Erstversorgung (Stabilisierung, Wundtoilette, Verbände) und Überweisung an eine Klinik.

7. DIE FRAKTUREN/FISSUREN

7.1 Die AO-Vet Organisation

Der Name der AO-Organisation steht im deutschen Sprachraum für „Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen“. In den USA wird die Bezeichnung „ASIF“ geführt. Sie steht für „Association for the Study of Internal Fixation“.

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen wurde im Jahr 1959 von den 4 Chirurgen Maurice Müller, Martin Allgöwer, Hans Willenegger und Robert Schneider gegründet. Hauptschwerpunkt in den frühen Anfangsjahren war die Entwicklung eines Fixationssystems für Frakturen.

Im Jahr 1969 wurde dann die AO-Vet Organisation gegründet; anfänglich war ihr Sitz in Waldenburg (BL), ab dem Jahr 1992 wechselte das AO-Vet Center nach Zürich, wo es bis heute stationiert ist.

Die Ziele der AO/ASIF liegen in der Einbindung zukünftiger Generationen von Chirurgen (sowohl im Human- als auch im Veterinärmedizinbereich), der Ausarbeitung und Entwicklung neuer Arbeitskonzepte für die Behandlung und Versorgung von Frakturen und dem konstruktiven kritischen Betrachten und Handeln getreu dem Motto der AO/ASIF:

„Life is movement – movement is life“.

Die 4 Grundsätze der AO sind:

- ✓ Anatomische Reduktion
- ✓ Stabile interne Fixation
- ✓ Aufrechterhaltung der Blutversorgung
- ✓ Frühe aktive, schmerzfreie Mobilisation

Die genaue anatomische Reduktion ist für die Vermeidung der Ausbildung von osteo-arthrotischen Veränderungen massgebend. Ebenso ist der Erhalt der Knochenlänge von entscheidender Wichtigkeit. Zudem werden axiale Rotationsbewegungen der Knochenfragmente durch eine ausreichende interne Fixation vermieden.

Ein physiologisches Ausmass an Kallusbildung wird bei der Frakturheilung trotz stabiler interner Fixation als normal angesehen. Ausschlaggebend dafür ist der Kontakt des Periosts mit dem Knochen, nur so ist eine ausreichende Blutversorgung sicher gestellt. Ansonsten kommt es unweigerlich zu nekrotischen Zonen im Frakturgebiet und damit wiederum zu teils massiven Frakturheilungsstörungen.

Für eine frühe aktive und schmerzfreie Mobilisation kann eine externe Stabilisierung zusätzlich zur internen Fixierung erforderlich sein. Bei Pferden ist es von grösster Wichtigkeit, dass sie so rasch als möglich ihr Gewicht auf allen 4 Beinen verteilt tragen. Belastungsinduzierte Hufrehe und starker Abbau der Muskulatur können ansonsten mögliche Komplikationen sein.

Die Platten sollten nicht mit übermässig starkem Druck angebracht werden, eine minimale Beweglichkeit des Knochens ist förderlich, da dadurch der Aufbau des neuen Knochengewebes stimuliert wird und es dadurch zu einer deutlich kürzeren Knochenheilungsphase kommt.

Ausbildung, Forschung, Entwicklung und Dokumentation: diesen 4 Schwerpunkten hat sich die AO-Organisation bereits seit über 40 Jahren im Bereich Veterinärmedizin verschrieben. Mittlerweile finden die diversen Fachkurse (Klein-/Grosstiere) regelmässig und weltweit statt. Da alle 4 Bereiche miteinander verknüpft sind und eng miteinander zusammen hängen, ist es für die AO ein grosses Anliegen, sie alle in gleichem Ausmass zu unterstützen und zu fördern.

7.2 Fraktur/Fissur – Definition und Klassifikation

Die Fraktur, auch als Knochenbruch bezeichnet, leitet sich vom lateinischen Wort „frangere“ ab. Es bedeutet soviel wie „brechen“. Unter dieser Bezeichnung versteht man eine Zusammenhangstrennung im Bereich knöcherner Strukturen. Dabei entstehen 2 oder mehrere Bruchstücke. Diese werden als Fragmente bezeichnet. Ebenso kann es dabei zu Verschiebungen bzw. Verlagerungen von Knochenteilen kommen. Dabei wird immer vom distalen Fragment aus die Art der Dislokation beschrieben.

Die häufigste Ursache für das Entstehen von Frakturen sind direkte und indirekte traumatische Einflüsse auf das Knochengewebe. Auch kann es durch die wiederholte Einwirkung von Mikrotraumata zu sogenannten Ermüdungsfrakturen kommen. Diese haben ihren Ursprung hauptsächlich in erhöhten Belastungen für den Knochen.

Bei schweren Knochenverschädigungen wie z.B. Tumoren, Metastasen, Osteomalazie und Osteoporose kann es bereits unter normalen Belastungen zur Entstehung von Frakturen kommen. Diese Brüche werden dann als Pathologische Frakturen oder auch als Spontanfrakturen bezeichnet.

Bei den inkompletten Frakturen kommt es zu einer Spaltbildung unterschiedlichen Ausmasses, aber nicht zur vollständigen Zusammenhangstrennung. Es werden 4 verschiedene Typen unterschieden:

- ✓ Haarriss
- ✓ Fissur (=Spaltbruch)
- ✓ Subperiostale Fraktur
- ✓ Impressionsfraktur

Beim Haarriss läuft der entstandene Spalt durch den gesamten Knochenquerschnitt.

Der Ausdruck Fissur stammt vom lateinischen Wort „fissum“ ab und bedeutet soviel wie „Einschnitt“. Bei der Fissur entsteht ein Spalt, der nicht durch den gesamten Knochenquerschnitt läuft.

Die Subperiostale Fraktur (auch der Grünholzfraktur entsprechend) kommt in den meisten Fällen bei Jungtieren vor. Dabei bleibt das Periost intakt und hält die Knochenstücke zusammen.

Die Impressionsfraktur findet sich häufig bei flachen Knochen; die Oberfläche wird dabei in den Markraum gedrückt.

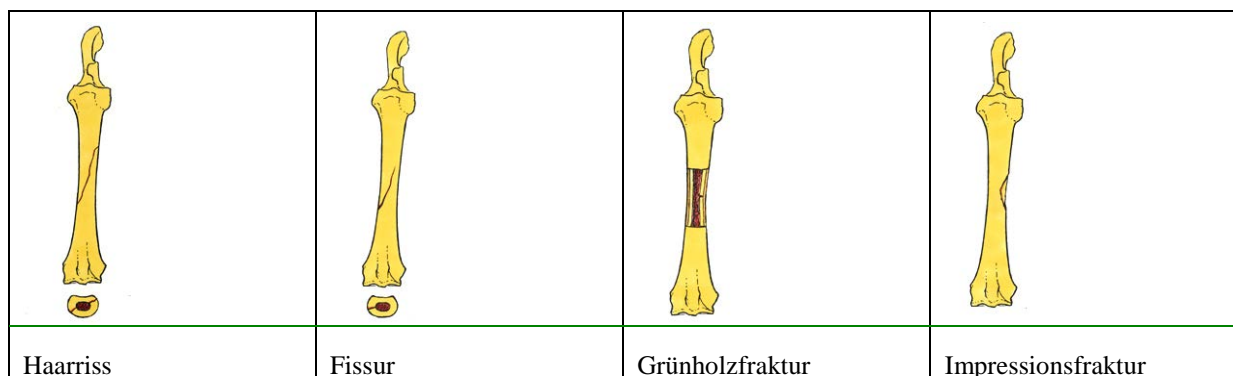


Abb. 8: Inkomplette Frakturen. Aus: Fürst (2008) – Vorlesungsunterlagen über die Grundlagen zu Frakturen: Klassifikation und Bruchmechanik

Fissuren entstehen meist durch eine Kombination von pathologisch einwirkenden Druck- und Scherkräften. Je nach Krafteinwirkung können die Fissurlinien entweder sagittal oder spiralförmig verlaufen (*Huskamp et al. 1994*). Fissuren können beim Pferd auch durch Schlagverletzungen entstehen.

Bei den kompletten Frakturen kommt es zur vollständigen Zusammenhangstrennung im Knochen.

Es kann eine Einteilung nach verschiedenen Kriterien vorgenommen werden:

- ✓ Form der Fraktur
- ✓ Salter-Harris
- ✓ Ausmass der zusätzlichen Weichteilverletzung
- ✓ Lokalisation
- ✓ Art der Gewalteinwirkung

Anhand der Form werden Quer-, Schräg-, Spiral-, Längs-, Keil- und Komplexe Frakturen unterschieden.

Die Frakturen im Bereich und/oder entlang der Wachstumszonen werden nach der Klassifikation von Salter und Harris eingeteilt. Sie kommen am häufigsten bei Jungtieren vor. Der noch wachsende Gelenkknorpel beim juvenilen Tier muss hierbei nicht geschädigt werden. Sie treten auch bei Schlagverletzungen immer wieder auf und werden deshalb hier detailliert beschrieben:

- ✓ Typ 1: Fraktur durch die Physe
- ✓ Typ 2: Durch die Physe und Metaphyse
- ✓ Typ 3: Entlang durch die Physe und weiter durch die Epiphyse bis ins Gelenk
- ✓ Typ 4: Von der Metaphyse entlang durch alle Zonen der Epiphysenfuge bis in den Gelenkspalt reichend
- ✓ Typ 5: Kompression der Wachstumsfuge; dieser Befund wird oft erst später gestellt; die Epiphyse mit dem Gelenkknorpel kann geschädigt sein

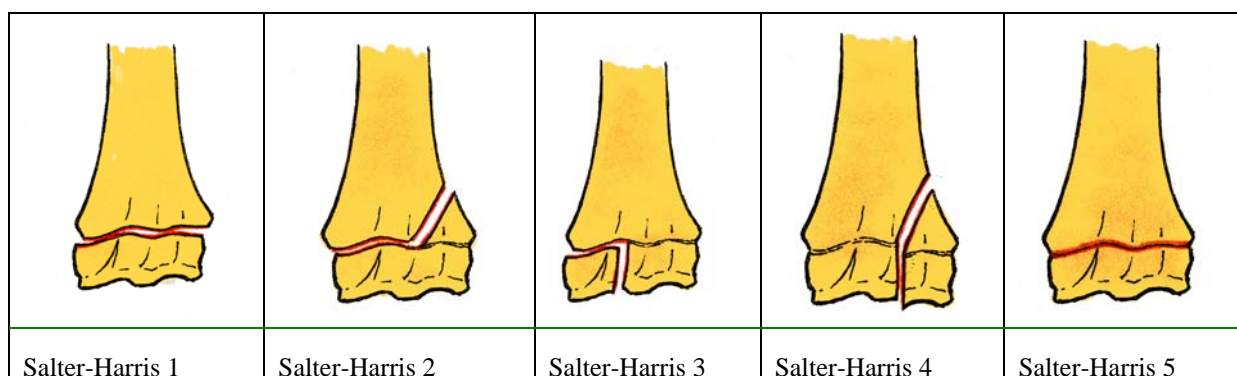


Abb. 9: Salter-Harris-Frakturen. Aus: Fürst (2008) – Vorlesungsunterlagen über die Grundlagen zu Frakturen: Klassifikation und Bruchmechanik

Nach dem Ausmass der Weichteilverletzungen wird prinzipiell zwischen geschlossenen und offenen Frakturen unterschieden. Bei den geschlossenen Frakturen ist die Haut über der Fraktur intakt. Es liegt keine bakterielle Kontamination vor. Bei den offenen Frakturen wird die Haut über der Frakturstelle in Mitleidenschaft gezogen. Je nach Schädigung des umliegenden Weichteilgewebes werden 3 Grade unterschieden:

- ✓ Grad 1: Die Haut wird durch die Knochenfragmente von innen nach aussen perforiert; ggr. Kontamination und Weichteilschädigung
- ✓ Grad 2: Haut von aussen durch ein Trauma verletzt; mgr. Kontamination
- ✓ Grad 3: zusätzlich zur Haut werden auch noch andere Strukturen wie z.B. Muskeln und/oder Nerven geschädigt; die Haut ist grossflächig eröffnet bei hgr. vorliegender Kontamination des Knochens

Frakturen können anhand ihrer Lokalisation in diaphysäre, epiphysäre, apophysäre, intra- und extraartikuläre Frakturen eingeteilt werden. Hinzu kommen noch die bereits erwähnten Salter-Harris-Frakturen, welche speziell für Frakturen im Bereich der Epiphysenfugen (und hier meistens bei Jungtieren) klassifiziert wurden.

Verschiedene Kräfte und damit verbundene Energie können auf unterschiedlichste Art und Weise auf den Knochen einwirken. Unterschieden wird zwischen:

- ✓ Direktes Trauma
- ✓ Indirektes Trauma
- ✓ Pathologische Frakturen
- ✓ Repetitives Trauma

Zu den direkten Traumata zählen sehr häufig die Schlagverletzungen bei Pferden. Hier tritt die Fraktur direkt am Ort der Krafteinwirkung auf.

Bei den indirekten Traumata erscheint der Bruch nicht am Ort der Krafteinwirkung. Zu dieser Kategorie werden die Kompressions-, Avulsions-, Rotations-, Torsions- und die Biegefrakturen gezählt.

Durch endokrine oder pathologische Veränderungen in der Knochenstruktur und im Knochenaufbau (z.B. Osteoporose, Neoplasien) kommt es zur Schwächung des Knochengewebes, sodass schon geringe Kräfte ausreichen können, damit es zu einer Fraktur kommt.

Durch wiederholte und konstante starke Belastung treten Mikroläsionen im Knochen auf, welche bei weiterer Forcierung schliesslich zu Brüchen führen können (rel. häufig bei Rennpferden). Die Entstehung dieser Frakturen wird den sogenannten repetitiven Traumata zugeschrieben.

7.3 Frakturdiagnostik

Die Abklärung und gegebenenfalls Bestätigung eines Frakturverdachtes gehört nach der primären Notfallerstversorgung durch den Tierarzt vor Ort zu den wichtigsten folgenden Massnahmen.

Nach einer ersten Allgemeinuntersuchung sollte prinzipiell die Untersuchung von Pferden mit einem Fraktur-/Fissurverdacht mit der Adspektion und Palpation der betroffenen Gliedmasse beginnen. Die Untersuchung richtet sich speziell auf Anzeichen eines akuten Traumas. Die äussere Haut wird gründlich auf etwaige Verletzungen detektiert, welche sich sowohl hinsichtlich der Grösse, der Kontamination, des Ausmasses der Durchdringungstiefe der einzelnen Hautschichten und der Form der Wunde sehr stark unterscheiden können.

Es wird gezielt auf Anzeichen von Schwellung, Wärme, Dolenz und Krepitation geachtet. Bezüglich der Krepitation (Reibegeräusche der frakturierten Knochenenden aneinander) ist diese nicht immer eindeutig feststellbar. Bei Knochen, welche durch starke Muskelpartien überlagert sind (z.B. Femur) oder durch ein massives Trauma eine hgr. Schwellung auftritt (Frakturhämatom, Gewebszerstörung) sind Krepitationen sehr schwer zu diagnostizieren. Hilfreich ist in so einem Fall die Zuhilfenahme eines Stethoskopes, wovon vor allem die negativen Befunde mit Vorsicht zu interpretieren sind.

Weiter wird auf abnorme (achsenabweichende) Stellungen/Haltungen geachtet und beurteilt, ob das Pferd auf der betroffenen Gliedmasse noch selbstständig Gewicht tragen kann. Bei Verdacht auf Frakturen im Bereich der Hufkapsel wird ausserdem die Hufuntersuchungszange verwendet. So können entweder einzelne lokale Schmerzpunkte oder aber die ganze dolente Sohlenfläche als Befund diagnostiziert und dokumentiert werden. Weiter wird im Bereich der dist. Gliedmasse die Extension/Flexion, Abduktion/Adduktion und die Rotationsbewegungen geprüft.

Von der Durchführung von diagnostischen Anästhesien im Falle eines Frakturverdachtes wird bis auf wenige Ausnahmen abgeraten, da es durch die Schmerzausschaltung und der dadurch verminderten Schonhaltung des Pferdes zu einer Verschlimmerung der Situation kommen kann. Bei primär vorliegenden Fissuren kann es dadurch zum Auftreten einer kompletten Fraktur kommen.

Dies gilt ebenso für die Provokationsproben, welche auch häufig als Beugeproben bezeichnet werden. Bei Lahmheiten von Grad 4 und mehr sind sie kontraindiziert, da hier immer der Verdacht auf Frakturen, Sehnen-/ Bänderrupturen oder septische Entzündungen besteht. Eine solche Beugeprobe würde in so einem Falle den Krankheitszustand eventuell verschlimmern.

Das wichtigste bildgebende Verfahren im Fall einer Fraktur/Fissur ist die Untersuchung mittels Röntgen (*Bassage et Ross 2010*) Es kann zwischen 2 verschiedenen Systemen unterschieden werden:

- ✓ Bildaufzeichnung mit Film-Folien-Systemen
- ✓ Bildaufzeichnung mit digitalen Aufzeichnungssystemen

Ausschlaggebend für die korrekte Durchführung und damit verbunden auch den Erfolg einer radiologischen Untersuchung, ist neben den richtigen Einstellungen am Gerät (KV-Zahl, mA) und der Focus-Film-Distanz (FFD), das Anfertigen eines Grundbilderpaares. Dieses sollte immer aus mind. zwei Bildern bestehen; ggf. sogar aus drei oder wenn notwendig aus mehreren Bildern in verschiedenen Ebenen.

Der Zentralstrahl sollte senkrecht auf Objekt und Kassette fallen, da es sonst zu Verzerrungen kommt. Die Film-Objekt-Distanz (FOD) muss möglichst klein sein, da ansonsten Vergrößerungen des Objektes nicht mehr in einem für die Betrachtung und Auswertung vernünftigen Rahmen gehalten werden können.

Auf einen entsprechenden und ausreichenden **STRAHLENSCHUTZ** (Bleischürzen, Handschuhe, Kassettenhalter) ist stets zu achten! Keine unnötigen Aufnahmen machen!

Bei vorerst unklaren Röntgenbefunden (Fissuren sowie bei infizierten, bis auf den Knochen reichende Wunden) sind Kontrollaufnahmen in einem Abstand von 5 - 10 Tagen angezeigt (*Bassage et Ross 2010, Huskamp et al. 1994*).

Bei einzelnen speziellen Verdachtsdiagnosen kann sich zudem die sonographische Untersuchung empfehlen. Hier kommen hauptsächlich knöcherne Strukturen in Frage, welche nicht von massiven Muskelschichten bedeckt sind. Ebenso kommt sie bei Frakturen zum Einsatz, bei welchen eine Gelenksbeteiligung nicht sicher ausgeschlossen werden kann.

Weitere Bildgebende Verfahren, die zur Diagnostik beim Pferd eingesetzt werden, sind:

- ✓ Computertomographie (CT)
- ✓ Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)
- ✓ Szintigraphie

Diese werden meist nur bei weiterführenden Abklärungen und Untersuchungen eingesetzt, da die Anwendung auf spezialisierte Fachkliniken limitiert ist.

Die CT und die MRT, welche zu den Schnittbildverfahren gezählt werden, müssen meist beim in Vollnarkose abgelegten Pferd ausgeführt werden. Die MRT-Untersuchung ist mittlerweile auch im Stehen unter Sedation möglich.

Die Szintigraphie - meistens unter Sedation durchgeführt - gehört zu den nuklearmedizinischen diagnostischen Verfahren und wird hauptsächlich zur Lokalisation von Entzündungsvorgängen im Bewegungsapparat, aber auch zur Weichteil- und Organuntersuchung verwendet.

Aus diesem Grund (seltener Verwendung, Kostengründe, Vollnarkose) seien die CT, MRT und Szintigraphie nur kurz erwähnt. Für ausführlichere Informationen verweise ich auf die entsprechende Fachliteratur.

7.4 Frakturheilung

7.4.1 Primäre Frakturheilung

Unter „primärer Frakturheilung“ versteht man die Knochenbruchheilung ohne radiologisch sichtbare Kallusbildung. Grundvoraussetzung hierfür ist eine ausreichende Blutversorgung und Vitalität der Fragmente, eine bestmögliche Immobilisation der Fraktur und guten Kontakt zwischen den Fragmenten mit einer max. Breite des Frakturspalt von 0,5 mm.

Während man früher davon ausging, dass es für eine primäre Frakturheilung eine absolute Stabilität der Frakturen bedarf, ist man heutzutage zur Erkenntnis gelangt, dass ggr. Mikrobewegungen im Frakturspalt die Frakturheilung eher beschleunigen als behindern bzw. verzögern.

Kommt es trotz osteosynthetischer Behandlung zu einer Knochen- bzw. Periostreaktion, welche radiologisch feststellbar ist, so ist dies ein Hinweis auf die Bildung zunächst eines Unruhecallus, später dann eines Fixationscallus. In den meisten Fällen aller Frakturen, kann bei den Kontrollröntgenaufnahmen zusätzlich eine Verbreiterung des Frakturspaltes diagnostiziert werden, ein eindeutiger Hinweis auf eine Störung der primären Knochenheilung.

7.4.2 Sekundäre Frakturheilung

Die sekundäre Frakturheilung entsteht bei ungenügender mechanischer Fixation oder bei weiter bestehendem Frakturspalt.

Diese erfolgt in 5 Phasen, die sich teilweise zeitlich überlappen:

- ✓ Frakturphase
- ✓ Entzündungsphase
- ✓ Granulationsphase
- ✓ Phase der Kallushärtung
- ✓ „Modeling“- und „Remodeling“-Phase

Im Bereich des Frakturspaltes entsteht ein sogenanntes Frakturhämatom. Während der Entzündungsphase kommt es zu einer starken Einsprossung von feinsten Blutgefäßen und der massiven Konzentrierung von Entzündungszellen (Lymphozyten, Monozyten, Makrophagen). Diese Phase dauert meist nur 2-3 Tage.

Die Granulationsphase ist durch die Überbrückung des Frakturspaltes durch den „weichen Kallus“ gekennzeichnet. Er entsteht durch das Ersetzen des Frakturhämatoms durch Granulationsgewebe, welches Fibroblasten, Kollagen und viele Kapillaren enthält. Osteoklasten bauen tote, nicht vaskularisierte Knochensubstanz ab; Osteoblasten (stammen vom Periost) wiederum beginnen mit der Knochenneubildung. Dieser Umstand ist unter anderem ein Grund für eine verzögerte Knochenheilung bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung (Periost fehlt in diesem Bereich).

Nach ca. 4 Wochen sind die Bruchenden weich miteinander verbunden. Diese Verbindung wird durch Bindegewebe und Knochen hergestellt.

Durch zunehmende Mineralisation wird der Kallus ausgehärtet. Mittels Einlagerung von Calcium, welches von Chondrozyten abgegeben wird, gewinnt der neu gebildete Knochen an Stabilität. Der nun entstandene Knochen wird als Geflechtknochen bezeichnet.

Der Geflechtknochen wird nach und nach durch den festeren Lamellenknochen ersetzt („Modeling“) und zuletzt durch weitere Ab- und Umbauvorgänge („Remodeling“) den Druck- und Zugbelastungen entsprechend angepasst.

Die knöcherne Wiederherstellung einer Fraktur wird primär klinisch beurteilt. Die radiologisch erkennbaren Anzeichen sind in den späteren Stadien sichtbar, da die Mineralisation des Knochens erst in der Phase der Kallushärtung erfolgt.

Klinische Zeichen der knöchernen Konsolidierung einer Fraktur sind:

- ✓ Stabilität bei der klinischen Untersuchung
- ✓ Schmerzfreiheit
- ✓ Belastbarkeit

Diese Anzeichen dürfen aber nicht mit einer vollständigen Frakturheilung gleichgesetzt werden!

Röntgenologische Zeichen der knöchernen Konsolidierung sind:

- ✓ Kontinuierliche Überbrückung der Fraktur
- ✓ Homogene Dichte des Frakturkallus
- ✓ Dichte des Frakturkallus ist vergleichbar mit der Kortikalisdichte

Wie bereits im Kapitel „Frakturdiagnostik“ erwähnt muss immer mindestens ein Grundbilderpaar angefertigt werden. Diese Zeichen müssen in mind. 2 Ebenen nachweisbar sein! Bei Kontrollröntgen (Fissuren, infizierte, bis auf den Knochen reichende Wunden) sind zusätzliche Schrägaufnahmen angezeigt.

7.4.3 Frakturheilung beim Jungtier

7.4.3.1 Bedeutung des Periosts

Eine bedeutende Schlüsselrolle bei der Frakturheilung spielt das Periost. Laut *Ferguson* 1985 ist dies bei allen Spezies der Grosstiere zutreffend.

Bei einer Fraktur wird meist die longitudinale endostale Blutzufuhr gestört. Die transversal verlaufenden Gefäße des Periosts müssen in so einem Fall die Blutversorgung der Frakturfragmente übernehmen. Das Periost stellt die notwendige Blutversorgung und –zirkulation wieder her, welche für die Bildung von peri- und endostalem Knochengewebe erforderlich ist.

Bei weit dislozierten Frakturen ist das Periost oft weit zurückgestreift, sodass eine nachträgliche Adaptierung desselben oft gar nicht gelingt (*Ferguson 1985*).

Störungen bzw. Verzögerungen der Frakturheilung sind die Folge, im schlimmsten Fall kommt es zur Ausbildung einer bindegewebigen Narbe im Sinne einer Pseudarthrose (*Macnab et DeHaas 1974*).

7.4.3.2 Bedeutung des Immunstatus / zusätzlicher Krankheiten

Beim Fohlen ist die ausreichende Aufnahme von Kolostrum von grösster Bedeutung. Die neugeborenen Fohlen kommen ohne schützende Immunglobuline auf die Welt (*Aurich und Aurich 2005*) und sind deshalb auf die Erstmilch der Mutter angewiesen. Der bestmögliche Schutz ist gewährleistet, wenn das Neugeborene innerhalb der ersten 24 Stunden post partum eine ausreichende Menge an Kolostrum oral aufgenommen hat. Als optimaler Wert werden ca. 2 Liter innerhalb von 6 bis maximal 12 Stunden angesehen (*Aurich und Aurich 2005*).

Während dieses Zeitfensters ist die Darmschranke am durchgängigsten für die Aufnahme der maternalen Antikörper über die Darmwand ins Blut des Fohlens.

Diese Kolostrumversorgung ist eine wichtige Prophylaxe von Infektionen. Ohne diese ist das Immunsystem den verschiedenen Belastungen sub und post partum (Stress, ev. Geburtshilfe, Transport, ev. Trauma) oft nicht gewachsen und bakteriell bedingte Erkrankungen können sich viel leichter etablieren und ausbreiten. Zu den wichtigsten zählen hier Diarrhöen, Pneumonien, Nabelentzündungen und Polyarthritiden.

Die IgG-Konzentration kann mittels diverser erhältlicher Schnelltests ermittelt werden. Bei ungenügender Immunglobulinversorgung kann mit Hilfe von Infusionen (Hyperimmunserum/Plasma/Vollblut) geholfen werden.

Frakturen sub partu (Geburthilfe, Schweregeburten) kommen glücklicherweise beim Fohlen viel seltener vor als zum Beispiel beim Kalb.

7.4.3.3 Wachstumsstörungen

Ist es notwendig, bei einem Fohlen nach einer Fraktur eine Osteosynthese mittels Platten durchzuführen, ist es ratsam, diese nach vollständiger Abheilung wieder zu entfernen (*Bramlage* 1983). Sie können unter Belastung Schmerzen verursachen und die Ausbildung eines homogenen Belastungsmusters im Knochen behindern.

Falls es bei der Frakturversorgung zu einer unvermeidbaren Überbrückung der Epiphysenfuge kommen musste, ist es essentiell, nach der Abheilung die Implantate für das weitere Knochenwachstum wieder zu entfernen.

Kam es jedoch durch das Frakturtrauma oder die interne Fixation zu einer Schädigung der Epiphysenfuge, so sind Achsenabweichung und/oder Verkürzung der Gliedmasse die Folge (*Boelitz et al.* 1994).

7.5 Behandlungskonzepte

Vor Beginn jeder Frakturversorgung sollten vorab einige wichtige Punkte geklärt bzw. beachtet werden:

- ✓ Wird der Transport in die Klinik fachgerecht durchgeführt?
- ✓ Ist die Klinik für solche Operationen überhaupt eingerichtet?
- ✓ Besitzt die Klinik für solche chirurgische Eingriffe das entsprechende Fachpersonal?
- ✓ Kosten der Operation (Besprechung mit der/m Besitzer/in)
- ✓ Alter, Rasse und Geschlecht des Pferdes
- ✓ Gewicht des Pferdes
- ✓ Eventueller zukünftiger Verwendungszweck des Pferdes
- ✓ Allgemeiner Gesundheitszustand des Pferdes (Herz-/Kreislauf, Atmung, IKT, Farbe der Schleimhäute → Hinweise auf allfällige Schocksymptomatik)
- ✓ Klassifikation und Lokalisation der Fraktur

Nach einer fachlich korrekten Diagnosefindung muss aus all diesen Punkten und Fragestellungen eine für alle Seiten (Pferd, Besitzer und behandelnder Tierarzt) vernünftige Prognose gestellt und die bestmögliche Therapie vorgeschlagen werden. Anhand dieses Ablaufes wird dann das optimale Behandlungskonzept festgelegt und umgesetzt.

7.5.1 Frakturheilung ohne Behandlung

Diese Art der Frakturheilung kommt bei den Equiden selten vor. Sie wird hauptsächlich bei Brüchen angewandt, bei denen es zu keinem Stabilitätsverlust gekommen ist. Beispiele hierfür sind Frakturen von Rippen oder Quer-/Dornfortsätzen der Wirbel (BWS/LWS). „Ohne Behandlung“ bedeutet natürlich nicht, dass dem Pferd die nötige symptomatische analgetische und antiphlogistische Therapie versagt bleibt. Womöglich kann hier sogar ein stationärer Klinikaufenthalt zur Prävention indirekter Frakturfolgen (z.B. Pneumonie bei Rippenfrakturen oder Lähmungserscheinungen bei Wirbelkörperfrakturen) erforderlich sein.

7.5.2 Konservative Frakturheilung

Unter konservativer Frakturheilung versteht man die Behandlung einer Fraktur ohne operativen Eingriff im Frakturbereich oder deren Umgebung.

In der Literatur wird nur in wenigen Fällen von erfolgreichen Behandlungen kompletter Radiusfrakturen mit Hilfe konservativer Heilungsmethoden berichtet. Diese sind noch am ehesten bei Jungtieren zu bewerkstelligen.

Der Radius des adulten Pferdes ist einerseits mächtig ausgebildet, andererseits wirken gerade bei einem ausgewachsenen Pferd das massive Gewicht und starke Kräfte (Druck-, Zug- und Scherkräfte) auf ihn ein.

Noch ein zusätzlicher Aspekt in dieser Betrachtung ist, dass der Unterarm des Pferdes (Radius und Ulna) nahe am Körper des Tieres liegt, sodass speziell bei Frakturen im proximalen Bereich des Radius keine ausreichende weit nach proximal reichende Stabilisierung der Fraktur möglich ist.

7.5.2.1 Cast/Verbände

Die Frakturheilung mit Hilfe von Verbänden wird beim Grosstier fast ausschliesslich mittels versteifter Cast-Verbände erzeugt. Sie werden auch als immobilisierende Verbände bezeichnet, da sie das Ziel haben, die Fraktur ruhig zu stellen und damit die Heilung des Bruches zu unterstützen.

Sie bestehen aus einem Trägersgewebe, welches aus Glasfasern oder Polyester besteht und mit einem Kunststoffharz beschichtet ist. Durch Eintauchen in Wasser wird es aktiviert und kann bearbeitet werden.

Bei Pferden sind diese Cast-Verbände hauptsächlich im Bereich der distalen Extremitäten in Gebrauch. Dies deshalb, weil es hier noch möglich ist, die an die Fraktur angrenzenden Gelenke in den Verband mit einzubeziehen und somit für eine adäquate Heilung ausreichende Ruhigstellung zu erzeugen.

Vorteile des Cast-Verbandes gegenüber einem normalen Gipsverband sind das wesentlich leichtere Gewicht, die deutlich schnellere Aushärtung und die höhere Festigkeit. Dennoch ist auch bei versteiften Verbänden (Cast/Gips) einiges zu beachten:

- ✓ Ausreichende Polsterung (sonst Risiko von Drucknekrosen)
- ✓ Risiko von Durchblutungsstörungen
- ✓ Verstärktes Hufreherisiko (Belastungsreihe) an der kontralateralen Gliedmasse
- ✓ Druckschädigung von Nerven möglich
- ✓ Muskelatrophien bei zu langer Ruhigstellung

Aus diesen Gründen ist eine regelmässige Kontrolle des Casts angezeigt. Bei schlechter Belastung, Ödembildung oberhalb des Casts oder feuchten Stellen auf dem Cast ist ein sofortiger Wechsel notwendig. Ebenso ist bei jeglichen Anzeichen einer Infektion unter dem Cast eine rasche Entfernung desselben notwendig, ansonsten kann es zur Entstehung des Compartment Syndroms kommen, bei welchem es zu teilweise starken Nekrosen der Gewebe und Strukturen unter dem Cast kommen kann.

Der erste Cast sollte bereits nach wenigen Tagen gewechselt werden, da es dann zu einem Abklingen der initialen Schwellung gekommen ist und der Cast aus diesem Grund keine optimale Stabilisierung der Fraktur mehr bietet.

7.5.2.2 Schienung

Diese Form der Frakturstabilisierung wird hauptsächlich für den Transport eines Frakturpatienten angewendet. Ebenso sollte bei Pferden, bei denen radiologisch eine Fissur des Radius nicht sicher ausgeschlossen werden kann, eine oder zwei Schiene(n) in den Verband integriert werden.

Weitere Indikationen für eine zusätzliche Schienung sind die unmittelbare postoperative Phase des Frakturpatienten oder die Verwendung als „Zwischenschritt“ nach der Entfernung des Cast bis zur Phase der kompletten stabilisierungsfreien Beweglichkeit.

Eine fachlich korrekt angebrachte Schienung eines Fraktur-/Fissurpatienten (Radius) sollte immer mindestens 1 Schiene beinhalten, welche auf der lateralen Seite vom Huf hoch bis zur Scapula reicht. Auf diese Weise wird eine Abduktion der Extremität nach medial verhindert. Es empfiehlt sich allerdings fast immer, eine 2. kaudale Schiene anzubringen, die dann für eine deutlich bessere Stabilität der Gliedmasse sorgt. Diese sollte vom Huf bis hoch zum Olecranon reichen.

7.5.2.3 Boxenruhe

Sehr oft sind gerade bei Radiusfissuren zu Beginn keine radiologischen Hinweise erkennbar. Das Pferd zeigt häufig eine Schonhaltung der betroffenen Gliedmasse. Eventuell sind eine Schwellung in Kombination mit Dolenz oder eine meist kleine Wunde adspektorisch und palpatorisch feststellbar.

Fissur- bzw. Frakturlinien sind oft erst nach einigen Tagen im Röntgen sichtbar, sodass ein oder mehrere Kontrollröntgen ca. 7-10 Tage nach dem Trauma angezeigt sind.

Aus diesem Grund ist es notwendig, den Bewegungsspielraum des Pferdes soweit zu limitieren, als dass es zwar einige Schritte machen kann, aber sicher forcierte und vor allem unkontrollierte Bewegungen ausgeschlossen werden können. Deshalb empfiehlt sich eine Boxenruhe für mindestens 4 - 12 Wochen, bevor das Bewegungsausmass auf Führen im Schritt ausgeweitet werden kann.

7.5.2.4 Entlastungsset

Dieses kommt bei Pferden zum Einsatz, bei welchen entweder eine radiologisch nachgewiesene Fissur besteht oder aber ein klinischer Fissurverdacht besteht, welcher sich aber noch nicht mittels Röntgen bestätigen lässt (Kap. 7.5.2.3).

Diese Pferde dürfen sich nicht hinlegen, da beim Aufstehen das Risiko einer Frakturierung besteht. Deshalb werden die Patienten mit dem Tierbergungs- und Transportnetz (TBTN) in der Boxe unterstützt. So können sie sich einerseits genügend ausruhen, andererseits wird ein komplettes Niederlegen damit verhindert. Das bloße Anbinden in der Boxe bietet keine 100 %ige Sicherheit, dass sich das Pferd nicht niederlegt.

Nichtsteroidale Entzündungshemmer (NSAID's) müssen dem Pferd gegeben werden, sie sollten allerdings nicht zu hoch dosiert sein, um ein völliges Überdecken des Schmerzes zu verhindern.

7.5.3 Chirurgische Behandlungsmethoden

Darunter wird ein chirurgischer Eingriff unter Allgemeinanästhesie verstanden. Grundsätzliche Ziele sind eine ausreichende anatomische Reduktion des Frakturspaltes und die Reposition der dislozierten Frakturfragmente. Durch eine ausreichende Immobilisierung und Ruhigstellung der Gliedmasse wird versucht, die Kallusbildung im Frakturbereich in einem physiologisch vertretbaren Rahmen zu halten.

Daraus ergibt sich gegenüber der konservativen Frakturbehandlung ein bedeutender Vorteil: Da weniger Kallusgewebe entsteht, welches auf diverse Weichteile (z.B. Sehnen) einen störenden Einfluss nehmen kann (Reizungen, Entzündungen), sind die Chancen, dass das betroffene Pferd wieder zu seiner ursprünglichen Tätigkeit zurückkehren kann, meist deutlich höher einzustufen.

Prinzipiell kann bei den chirurgischen Behandlungsmethoden zwischen externer und interner Fixation unterschieden werden.

7.5.3.1 Externe Frakturfixation

Hier gibt es 3 verschiedene Möglichkeiten der Fixation:

- ✓ Transfixation-Pin Casting
- ✓ Fixateur externe
- ✓ External Skeletal Fixation Device (ESFD)

Allen 3 Systemen ist gemeinsam, dass sie im Gegensatz zu den Kleintieren bei den Equiden selten angewendet werden. Am häufigsten kommen sie noch bei den Mehrfragmentfrakturen zum Einsatz, bei welchen eine anatomische Reduktion und eine ausreichende interne Fixation der Fraktur nicht möglich sind.

Vorteile beim Fixateur externe sind, dass oft keine zusätzliche äussere Stabilisierung notwendig ist und deshalb ein freier Zugang zu vorhandenen Wunden besteht. Diese können auf diese Art und Weise leichter gereinigt und versorgt werden.

Bei einer Versorgung mittels der ESFD ist es den Pferden möglich, sofort nach der Operation wieder Gewicht auf die behandelte Gliedmasse aufzunehmen.

Bezüglich der genauen Durchführung dieser Operationen, der Nachbehandlungen sowie allfällig auftretender möglicher Komplikationen verweise ich hier auf die einschlägige Fachliteratur.

7.5.3.2 Interne Frakturfixation

Vorrangiges Ziel bei dieser chirurgischen Behandlungsmethode ist eine stabile interne Fixation, eine gute anatomische Reduktion des Frakturspaltes, die Erhaltung der Knochenlänge und eine korrekte Achsenausrichtung.

Da durch die Einhaltung dieser Prinzipien eine übermässige Kallusbildung im Frakturbereich verhindert wird, ist eine möglichst frühe Rückkehr der Pferde in die normale Bewegung oder im Optimalfall sogar in den Sport möglich.

Eine exakte anatomische Reposition ist speziell bei Frakturen mit artikulärer Beteiligung angezeigt. Ist es nicht möglich, die Kongruenz der Gelenkfläche wieder herzustellen, sind Komplikationen und Folgeerscheinungen (Osteoarthritis, Arthrose) unvermeidbar.

Bei der internen Frakturfixation werden die bei einer konservativen Behandlung mittels Cast auftretenden Risiken der sogenannten „cast disease“ vermieden: Durch die fehlende Beweglichkeit der Gelenke im Cast/ Verband kommt es zur Unterernährung des Gelenkknorpels und damit zu einem Verlust an Proteoglykanen (Auer 2006). Eine Degeneration des Gelenkknorpels ist dann häufig die Folge davon. Ausserdem büssen die vormals elastischen Strukturen im Bereich der Gelenke (Bänder und Sehnen) stark ihrer Elastizität ein.

Vor Beginn jeder Osteosynthese ist es von grösster Wichtigkeit, mit Hilfe von Röntgenbildern (ev. auch CT-Bilder), welche aus mehreren Richtungen angefertigt werden sollten, den genauen Zugang bzw. die weitere OP-Durchführung festzulegen.

Die Erreichung der oben genannten Ziele und Grundsätze der internen Frakturfixation wurden erstmals mittels der Plattenosteosynthese erreicht. Anderweitige Fixationsmethoden (Pins, Cerclagen) kommen beim Radius eher selten vor. Grundsätzlich kann zwischen den folgenden Implantaten unterschieden werden:

- ✓ DCP (Dynamic Compression Plate)
- ✓ LC-DCP (Limited-Contact Dynamic Compression Plate)
- ✓ PC-Fix (Point-Contact-Fixator)
- ✓ LISS-System (Less Invasive Stabilization System)
- ✓ LCP (Locking Compression Plate)

Die ersten von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) entworfenen Platten kamen im Jahr 1958 auf den Markt (Auer 2006). Sie besaßen runde Löcher und die Kompression wurde mit Hilfe einer Spannvorrichtung erzeugt.

Rund 10 Jahre später wurde die Dynamische Kompressionsplatte (Dynamic Compression plate, DCP) eingeführt. Bei diesem System wird die konische Schraubenkopfunterfläche mit einer sphärischen Aushöhlung am Rand des Plattenlochs verbunden, welche das Gleiten des Schraubenkopfs ermöglicht (*Wagner et Frigg* 2000). Durch die hier erreichte Kompression sollte eine optimale Reposition und damit eine primäre Knochenheilung ohne erkennbare Kallusbildung erzielt werden (*Schütz et Südkamp* 2003). Durch die inter-fragmentäre Kompression wurde eine absolute Stabilität angestrebt, bei der es zu keiner Bewegung zwischen den Frakturfragmenten kam (*Perren* 1979).

Dynamic Compression Plates (DCP`s) weisen eine plane Unterfläche auf (*Schütz et Südkamp* 2003). Anhand verschiedener Untersuchungen wurde festgestellt, dass durch den Anpressdruck dieser Platten periostale Zirkulationsstörungen entstehen (*Gautier et Ganz* 1994). Eine häufige Folge dieser Störung der Blutversorgung unter dem Implantat ist die Entstehung einer Osteoporose (*Auer* 2006).

Dieses Problem führte zur Entwicklung der Limited-Contact Dynamic Compression Plate (LC-DCP), welche im Gegensatz zur DCP infolge halbmondförmiger Aussparungen an der Plattenunterseite eine um 50 % reduzierte Kontaktfläche mit dem Knochen aufweist. Trotzdem besitzt die LC-DCP eine vergleichbare Biegesteifigkeit wie die DCP (*Perren* 1991). Durch eine Änderung der Form der Dynamischen Kompressionseinheit (DCU) wird eine axiale Kompression in beide Richtungen ermöglicht, sodass die Plattenmitte nicht mehr genau über der Frakturzone zu liegen kommen muss.

Nach *Wagner et Frigg* 2000 besitzt die konventionelle Plattenosteosynthese drei bedeutende Nachteile. Diese sind:

- ✓ Primärer Repositionsverlust
- ✓ Sekundärer Repositionsverlust
- ✓ Schädigung der Blutversorgung

Der primäre Repositionsverlust tritt ein, wenn die Platte nicht korrekt an die Kontur des Knochens angepasst wurde.

Unter sekundärem Repositionsverlust versteht man die Bewegung der schwach verankerten Schraubenköpfe in den Plattenlöchern. Dies tritt vor allem bei Trümmerfrakturen auf.

Durch das Anpassen und anschließende Anpressen der DCP`s oder der LC-DCP`s kann es zu einer ischämischen Nekrose des Knochens kommen. Dadurch wird einerseits der Knochen geschwächt, andererseits das Risiko der Entstehung einer Infektion und oft damit verbunden Sequestrierung erhöht (*Kessler et al.* 1992).

Aus diesen Gründen wurde die Entwicklung weiterer Fixationssysteme für die Frakturheilung vorangetrieben.

Die sogenannte biologische Plattenosteosynthese beinhaltet die weniger invasiven Systeme zur Reposition der Fragmente (*Gautier et Ganz 1994; Schütz et Südkamp 2003*). Hier wird versucht, eine winkelstabile Verbindung zwischen dem Schraubenkopf und der Platte als Kraftträger zu erzeugen.

Dieses Prinzip ist mit dem des Fixateur externe vergleichbar, da die Implantate jedoch unter der Haut zu liegen kommen, wird hier von einem Fixateur interne gesprochen (*Schütz et Südkamp 2003*).

Im Gegensatz zum Versuch der absoluten Stabilität bei der konventionellen Osteosynthese wird hier eine relative Stabilität angestrebt. Somit wird hier eine sekundäre Kallusbildung avisiert.

Beim PC-Fix (Point-Contact-Fixator) wurde die Auflagefläche der Platte auf dem Knochen auf punktförmige Kontakte reduziert. Die gewünschte Winkelstabilität war jedoch nur gering, da die stabile Verankerung des Schraubenkopfs im Plattenloch fehlte (*Schütz et Südkamp 2003*).

Neuentwicklungen, wie z. B. das LISS-System (Less Invasive Stabilization System), welche eine winkelstabile Verbindung darstellten, schienen den Kontakt zwischen Knochen und Platte überflüssig zu machen (*Haas et al. 1997*). Dieses besteht aus einer regionspezifisch-vorgeformten Platte aus Titanium sowie selbstschneidenden oder selbstbohrenden Schrauben, welche mit Hilfe einer Einführungshilfe und einer Zielvorrichtung perkutan platziert werden können (*Auer 2006, Schütz et Südkamp 2003*).

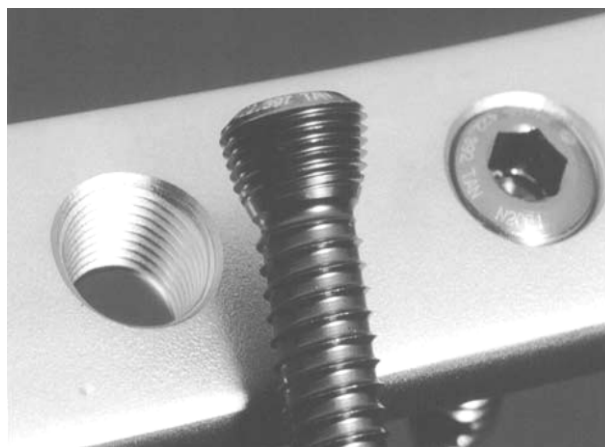


Abb. 10: LISS-Platte mit Kopfverriegelungsschraube. Aus: Schütz und Südkamp (2003)

Bei der LCP-Platte (Locking Compression Plate) handelt es sich weniger um eine neue Platte als vielmehr um ein neues Platten-Schrauben-System (*Wagner et Frigg* 2000). Bei diesem System werden sowohl die axiale dynamische Kompression als auch die Winkelstabilität miteinander in einer Platte vereint. Die Ausrichtung des Plattenlochdesigns ist sowohl mit der herkömmlichen DCP-Technik mitsamt ihren Schrauben als auch mit Kopfverriegelungsschrauben kompatibel (*Wagner et Frigg* 2000).

Demnach kann die Locking Compression Plate als Multifunktionsplatte eingesetzt werden, je nach Fraktursituation als Kompressionsplatte oder als verriegelter Fixateur interne.

Von grossem Vorteil ist, dass bei der LCP eine Kombination aus axialer Kompressions- und Überbrückungstechnik möglich ist. Die Anwendung dieses Systems ist z.B. bei artikulären Frakturen indiziert, bei welchen zudem noch eine Trümmerfraktur im Bereich der Meta-/Diaphyse vorliegt. Dadurch wird dann eine Frakturzone durch Kompression und die andere mit Überbrückung versorgt (*Wagner* 2003).

Betreffend weiterer Einsatzmöglichkeiten der diversen Implantate und Schrauben und der Durchführung bzw. Beschreibung der Operationstechniken verweise ich auf die weiterführende Fachliteratur.

Speziell bei jungen Equiden sollten die Implantate nach erfolgter Abheilung entfernt werden, da sie für den Organismus einen Fremdkörper darstellen. Die Entscheidung für oder wider Implantatentfernung ist abhängig von:

- ✓ Verwendungszweck des Pferdes
- ✓ Alter des Pferdes
- ✓ Frakturtyp/-konfiguration
- ✓ Art der Implantate
- ✓ ev. entstandene Komplikationen

Bei Pferden, welche wieder zurück in den Sport gehen sollen, ist es ratsam, die Implantate (Platten) auf jeden Fall wieder zu entfernen.

Eine zusätzliche Indikation für eine Implantatentfernung ist eine entstandene Infektion im Bereich der Implantate.

Werden die Implantate zu früh (vor vollständiger Durchbauung des „neuen“ Knochens) entfernt, kann es zu einer Refrakturierung kommen (*Auer* 2006).

8. DIE ANALYSE VON RADIUSFRAKTUREN NACH EINER SCHLAGVERLETZUNG BEIM PFERD: RETROSPEKTIVE STUDIE ÜBER 66 FÄLLE (1993 – 2010)

8.1 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die Krankengeschichten und Röntgenbilder aller Patienten mit einer Radiusfraktur nach einer Schlagverletzung erfasst und ausgewertet, welche von 1993 bis 2010 an der Pferdeklinik der Vetsuisse Fakultät der Universität Zürich untersucht und behandelt wurden. Von den 66 Fraktur- oder Fissurpatienten wurden 32 konservativ und 15 Pferde chirurgisch versorgt. 19 Pferde mussten aufgrund der infausten Prognose unmittelbar nach der Diagnosestellung euthanasiert oder geschlachtet werden, weitere 12 Pferde wurden wegen sonstigen medizinischen Problemen wie Belastungshufrehe, oder aufgrund von Implantatversagen zu einem späteren Zeitpunkt euthanasiert.

Die meisten Schlagverletzungen geschahen auf der Weide. Die Studie hat aufgezeigt, dass die Erstversorgung solcher Patienten mit Fraktur oder Frakturverdacht oft mangelhaft vorgenommen wurde. Der Lahmheitsgrad, der Frakturtyp und die Zeit bis zur Einlieferung an die Klinik haben das Outcome wesentlich beeinflusst. Es wurde bestätigt, dass Fissuren des Radius, Abspreng- und Impressionsfrakturen eine deutlich bessere Prognose bezüglich der Heilung hatten, als andere Frakturtypen. Mehrfragment-, Spiral-, Schräg- und Salter-Harris-Frakturen besitzen trotz grosser Fortschritte in der Veterinärchirurgie nur eine geringe Chance auf vollständige Heilung bei adulten Grosspferden.

Zielsetzung dieser Arbeit war es, die 66 Radiusfrakturen-/fissuren anhand der vorhandenen Daten zu klassifizieren. Durch die vergleichende Darstellung der verschiedenen Parameter soll die Beratung des Patientenbesitzers insbesondere in Bezug auf die Prognosefindung vereinfacht und damit auch verbessert werden.

Schlüsselwörter: Pferd, Fraktur, Fissur, Radius, Knochen, Schlagverletzung

8.2 Einleitung

Als Schlagverletzung bezeichnet man Verletzungen, die durch den Hufschlag eines Pferdes zustande kommen. Dabei treten neben ausgedehnten Weichteilverletzungen auch häufig Frakturen und Fissuren der langen Röhrenknochen auf (*Derungs et al. 2004*). In einer Dissertation von *Hug 2009*, wurde die Schlagverletzung als die häufigste Ursache für eine Fraktur beim Pferd ermittelt. Gerade Frakturen des Radius kamen in dieser Studie praktisch ausschliesslich durch einen Hufschlag eines anderen Pferdes zustande. Wie viel an Kraft genau hinter einem Schlag der Hintergliedmasse eines Pferdes steckt kann nur grob geschätzt und bestimmt werden. *Kriss und Kriss 1997* haben in ihrer Arbeit erhoben, dass ein Pferd mit dem 1.8-fachen des eigenen Körpergewichtes ausschlagen kann; das entspricht bei einem ausgewachsenen Warmblutpferd einer Schlagkraft von ca. 1000 kg, die von einem einzigen Huf weiter geleitet wird.

Am häufigsten ereignen sich Schlagverletzungen und die damit verbundenen Frakturen auf der Weide (*Hug 2009, Derungs et al. 2004*). Die Tendenz, Pferde vermehrt in Gruppen zu halten, um ihren natürlichen Bedürfnissen nach Sozialkontakt unter Artgenossen und Bewegung besser gerecht zu werden, stellt auch ein erhöhtes Verletzungsrisiko für die Pferde dar. In einer Arbeit von *Fürst et al. 2006* wurde festgestellt, dass es zur Prävention von Schlag- und Bissverletzungen bei Pferden in Gruppenhaltung in Kombination mit Weidegang ein sehr gutes Management seitens der Gruppenzusammensetzung sowie der Eingliederung neuer Pferde benötigt. Besonderes Augenmerk gilt der Integrierung neuer Pferde in eine bereits bestehende Gruppe (*Keiper und Receveur 1992*).

Bis in die 1980er Jahre hinein galten Behandlungen von Frakturen der langen Röhrenknochen, zu welchen auch der Radius gehört, als äusserst schwierig und aufwändig. Vor allem bei ausgewachsenen Pferden wird die Prognose als schlecht angesehen (*Sanders-Shamis et al. 1986, Auer und Watkins 1987*). Auch heute noch stellen Radiusfrakturen eine grosse Herausforderung an den Chirurgen dar und besitzen auch bei bestem Equipment und optimaler Chirurgie beim adulten Pferd nur eine vorsichtige Prognose. In der Literatur gibt es nur wenige Beiträge über eine erfolgreiche Behandlung von Radiusfrakturen beim adulten Pferd. *Baxter et al. (1991)* berichten über eine erfolgreiche Osteosynthesebehandlung einer offenen Radiusfraktur bei einem 450 kg schweren Pferd. Die zur Osteosynthese verwendeten Implantate wurden zwar in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert, die starken Druck- und Scherkräfte, welche auf den Radius wirken, sind aber leider immer noch nicht vollständig beherrschbar, sodass es nach erfolgreicher Operation zu einem Implantatversagen kommen kann. Dies wird durch den Charakter des Pferdes als Fluchttier zusätzlich begünstigt, versucht es doch nach dem Aufwachen aus der Narkose die betroffene Gliedmasse sofort wieder zu belasten (*Liechti et al.*

2003). Mit Wasser gefüllte Aufwachbecken (Swimmingpool) haben hier zu einer deutlichen Verbesserung geführt (*Bettschart et al. 2008*). Die konservative Behandlung von Radiusfissuren oder minimal dislozierten Radiusfrakturen ist dagegen erfolgsversprechend (*Matthews et al. 2002, Derungs et al. 2001, Barr und Denny 1989*).

Nicht nur das Alter und insbesondere das Gewicht des Pferdes, sondern auch die Frakturkonfiguration sowie die Erstversorgung des Patienten nach dem Ereignis haben einen entscheidenden Einfluss auf den Heilungsverlauf einer Radiusfraktur oder –fissur (*Fürst et al. 1993*). So haben offene Frakturen mit Weichteilschädigung, oder Frakturen mit Gelenkbeteiligung meist eine schlechtere Ausgangslage als geschlossene Frakturen. Da der Radius auf seiner Medialseite nicht von Muskulatur, sondern nur von einer dünnen Faszienhaut bedeckt ist, ist er in diesem Bereich leichter verletzbar (*Nickel et al. 1992*). Unglücklicherweise ist gerade diese Stelle prädestiniert für eine Schlagverletzung (*Derungs et al. 2004*). Dieser anatomischen Besonderheit muss auch bei der Erstversorgung von Radiusfrakturen und –fissuren Rechnung getragen werden. Eine geschlossene Radiusfraktur/Fissur kann durch eine unzureichende Stabilisierung zu einem offenen Bruch werden, welcher dann bedeutend schwieriger zu therapieren ist und mehr Risiken in der Nachbehandlung in sich birgt (*Fürst 2006, Auer et al. 1995*). Nicht zuletzt ist auch das Temperament des Patienten bedeutend für den Erfolg der Frakturheilung (*Richter und De Moor 1999*).

Während der Frakturbehandlung kommt es zu einer enormen Belastung der kontralateralen Gliedmasse (*Turner 1988*). Diese früher häufig gesehene belastungsinduzierte Hufrehe kann heute durch ein verbessertes Hängegeschirr (Tierbergungs- und Transportnetz, TBTN), in das die Pferde postoperativ verbracht werden, etwas verhindert werden (*Fürst et al. 2006 a*). Das TBTN verhindert auch zuverlässig, dass sich die Pferde hinlegen können, was während der Rekonvaleszenz äusserst wichtig ist (Abb. I). Beim Aufstehen wirken enorme Kräfte auf den Radius, welche aus einer Fissur eine Fraktur entstehen lassen können. Das Risiko für eine Dislokation von Fragmenten ist 3 – 4 Wochen nach dem Ereignis am höchsten. Danach nimmt das Risiko exponentiell ab (*Johnson et al. 1988, Richardson 1990, Harrison et al. 1991*). In den meisten Fällen tolerieren die Pferde dieses Entlastungsgeschirr sehr gut.

Ziel dieser Studie ist es, durch die Auswertung aller Radiusfrakturen, bzw. –fissuren nach Schlagverletzung bessere Erkenntnisse bezüglich deren Prognose zu erhalten.

8.3 Material und Methode

Es wurden alle Krankengeschichten inkl. der vorhandenen Röntgenbilder von Pferden, welche im Zeitraum von 1993 bis 2010 mit der Anamnese/ Verdachtsdiagnose einer Fissur/Fraktur des Radius nach einer Schlagverletzung an die Pferdeklinik der Universität Zürich überwiesen wurden, evaluiert.

Die 66 verfügbaren Krankengeschichten wurden nach folgenden Parametern ausgewertet: Geschlecht, Alter, Rasse und Verwendungszweck des Patienten, Aufenthaltsort zum Zeitpunkt des Fissur-/Fraktureintrittes, Haltungsform der Pferde zum Zeitpunkt der Fissur/Fraktur, betroffene Gliedmasse, Anzahl vergangener Tage bis Einlieferung ins Tierspital Zürich, Vorbehandlung der Pferde vor Einlieferung ins Tierspital Zürich, Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung im Tierspital Zürich, lokale Befunde an der betroffenen Gliedmasse, Wundlokalisation, Fissur / Frakturtyp, Klassifikation auf Grund der Weichteilverletzungen, Therapiemethode, nach dem Fissur-/Fraktureintritt aufgetretene Probleme, Dauer des Klinik-aufenthaltes am Tierspital Zürich und Outcome.

8.4 Resultate

8.4.1 Signalement

Die Aufteilung der betroffenen Pferde nach Geschlecht, Alter und Rasse ist in Tabelle I dargestellt. Die Auswertung nach der Verwendung der Pferde ist nicht repräsentativ, da bei 45.4% aller Tiere diesbezüglich keine Daten vorhanden sind.

8.4.2 Anamnese

Das häufigste Auftreten von Schlagverletzungen findet mit 56,1 % (37) eindeutig auf der Weide statt. Bei 19,7 % (13) ist nicht bekannt wo sich das Pferd zum Zeitpunkt der Schlagverletzung aufhielt. Beim Aufenthalt im Offenstall können 6,1 % (4), im Auslauf/Paddock 6,1 % (4), in der Boxe 4,5 % (3) und beim Handling und Reiten 7,5 % (5) zugeordnet werden. Bei der Untersuchung der Haltungsform fällt auf, dass die meisten betroffenen Pferde (39.4%) in Boxen gehalten werden, während die auf der Weide oder in Gruppen gehaltenen Pferde nur 18.2 % bzw. 9.1 % ausmachen. Bei den übrigen 33.3 % war die Haltungsform unbekannt. Die linke

Vordergliedmasse ist mit 51,5 % (34) geringgradig mehr betroffen als die rechte Vordergliedmasse mit 48,5 % (32).

Mehr als die Hälfte (56,1)% aller Patienten mit Verdacht auf eine Fissur/Fraktur wurden sofort resp. innert wenigen Stunden nach dem Trauma ins Tierspital Zürich eingeliefert. 12,1 % wurden nach 2 – 4 Tagen, 10,6 % nach 5 – 7 Tagen, 19,7 % nach mehr als einer Woche eingeliefert. Bei 1,5 % der Fälle ist der Zeitraum nicht bekannt. Von den Pferden mit einer offenen Fissur/Fraktur wurden deutlich über die Hälfte (64 %) sofort (bis 1 Tag nach dem Ereignis) ins Tierspital gebracht. Auch bei Vorliegen bzw. dem Verdacht einer Fraktur mit Gelenksbeteiligung und/oder Dislozierung wurde der Grossteil der Equiden sofort ins TSP eingeliefert.

Von den Pferden, welche sofort oder spätestens 2 Tage nach dem Ereignis in die Klinik überwiesen wurden, wurden 14 mit Antibiotika und Antiphlogistika vorbehandelt und bei 22 Pferden war die Fraktur mit einer Schiene versorgt. Bei den Pferden, welche erst nach mehreren Tagen überwiesen wurden, waren 15 medikamentös vorbehandelt, aber nur bei 2 Patienten wurde die Gliedmasse geschient. Gesamthaft wurden nur 6 Pferde vor dem Klinikeintritt geröntgt.

8.4.3 Klinische Untersuchung am Tierspital

Den stärksten Lahmheitsgrad 5/5 zeigten 43,9 % (29) der eingewiesenen Equiden. 30,3 % (20) gingen 3–4/5 lahm, 15,2 % (10) zeigten eine Lahmheit von 1–2/5, während 9,1 % (6) der Patienten bei der Einweisung lahmheitsfrei waren. Bei 1,5 % (1) sind keine Daten über die Lahmheit vorhanden. In den meisten Fällen war eine Schwellung (71.2%) oder eine Wunde (68.2%) vorhanden, wohingegen Krepitation und Instabilität weniger beobachtet wurden (12.1 bzw. 10.6%). Auffällig ist die Wundlokalisation: der Grösste Teil der Hautverletzungen zeigt sich an der medialen (27) resp. craniomedialen (10) Seite des Radius. Bei 16 Patienten wurde keine Wunde festgestellt.

Bei allen 66 Patienten wurde eine Röntgenuntersuchung durchgeführt (100 %). Bei 33,4 % der Equiden wurde eine Fissur des Radius diagnostiziert. Bei den Frakturen stellten die Schrägfrakturen mit 22,7 % den weitaus grössten Anteil dar. Danach folgten die Absprengfrakturen mit 10,6 %, Spiralfrakturen mit 9,1 %, Impressionsfrakturen mit 7,6 %, Mehrfragmentfrakturen mit 6,1 %, Salter-Harris-, Querfrakturen und nicht eindeutig zuordenbare mit je 3 % und Längsfrakturen mit 1,5 %. Keil- und Avulsionsfrakturen wurden keine festgestellt (Tabelle II). Aufgrund der Weichteilverletzung wurden die Frakturen wie folgt klassifiziert: 57,6% geschlossene Fissur/Fraktur (38), 36,4% offene Fraktur Typ II (24), 12,1% artikuläre Fraktur (8), 1,5% nicht klassifizierbar (1), 4,5 % offene Fraktur Typ I (3), 0 % offene Fraktur Typ III (0) (n=74 aufgrund Mehrfachnennungen → 112,1 %).

8.4.4 Therapie

Von den 47 Pferden, welche am Tierspital Zürich behandelt wurden, entfielen 32 auf die konservative und 15 auf die chirurgische Therapiemethode. 19 Pferde mussten direkt euthanasiert oder geschlachtet werden. Die Behandlungsmassnahmen bei der konservativen bzw. chirurgischen Therapie sind in Tabelle III dargestellt. Die konservative Therapiemethode (Boxenruhe mit/ohne TBTN, Schienung oder Verband) wurde nur bei drei Frakturtypen angewandt: Fissur (18 Pferde), Impressions- (5 Pferde) und Absprengfraktur (7 Pferde). Bei zwei Pferden war der Frakturtyp nicht eindeutig zuzuordnen. Die Dauer des Klinikaufenthaltes variierte von 1 Tag bis zu 2 Monaten.

Die Dauer der Verabreichung von NSAID's schliesst auch jegliche Vor- und Nachbehandlung ausserhalb des Tierspitals mit ein (Tabelle IV). Bei den mit konservativer Therapiemethode behandelten Pferden wurden 46,9 % max. bis zu 20 Tage mit NSAID's behandelt und bei 37,5 % wurden keine NSAID's eingesetzt. Bei Pferden, welche mittels Osteosynthese therapiert wurden, ist klarerweise mit einer längeren Verabreichung von NSAID's zu rechnen. Von den Pferden, welche bei der Erstuntersuchung lahmheitsfrei oder lediglich ggr. lahm gingen (1-2/5), wurden jeweils 50 % ohne NSAID's behandelt (LH-frei: 3 von 6 und 1-2/5 lahm: 5 von 10). Bei den anderen 50 % der lahmheitsfreien Pferde wurde die Verabreichung sehr kurz gehalten (bis max. 8 Tage). Die andere Hälfte der ggr. lahmen Pferde bekamen grundsätzlich bis zu 3 Wochen NSAID's verabreicht (vereinzelt etwas länger, Nachbehandlung zu Hause ist inkludiert). Pferde mit einer mittelgradigen Lahmheit (3-4/5) wurden zwischen 5 – 43 Tagen mit NSAID's behandelt (je nach Frakturtyp, zusätzlichen und/oder nachträglichen Problemen). 22,2 % dieser Pferde wurden ohne diese Medikamente therapiert (4 von 22). Alle Pferde, welche einen Lahmheitsgrad von 5/5 aufwiesen, wurden mit nichtsteroidalen Entzündungshemmern behandelt. Die Verabreichungsdauer mit NSAID's hängt hier wiederum stark mit dem vorhandenen Frakturtyp aber auch mit der Behandlungsmethode zusammen. Je nach Schmerzäusserung der Pferde und evtl. vorhandenen Entzündungsanzeichen (auch beginnende Belastungsreihe) musste die Dauer der Verabreichung von NSAID's unterschiedlich lang gewählt werden.

Bei der Auswertung der Dauer der Lahmheit im Schritt spielt wiederum der Frakturtyp eine grosse Rolle, sowie ob zusätzliche und/oder nachträgliche Probleme aufgetreten sind (Tabelle V). Der Lahmheitsgrad bei Erstuntersuchung ist dabei nicht unbedingt ausschlaggebend dafür, wie lange die Pferde schlussendlich lahm im Schritt gingen. Auffallend war, dass bei den Fissuren von vornherein keine Aussage darüber gegeben werden kann, wie lange das Pferd lahm geht. Die Dauer in Tagen bis zur Lahmheitsfreiheit im Schritt kann davon abhängig gemacht werden, welche zusätzlichen Probleme nebst der Fissur bestehen (z.B. Anzahl der Fissurlinien, evtl. ggr. Dislokation), ebenso spielen nachträglich aufgetretene Probleme sowie das

Verhalten resp. Temperament des Pferdes und seine Bereitschaft zur Mitarbeit eine Rolle.

Bei den Absprengfrakturen ist jedoch klar ersichtlich, dass alle Pferde nicht länger als ein Monat lahm gingen. Davon waren 4 Pferde (57,1 %) maximal 2 Wochen im Schritt lahm. Die Impressionsfrakturen zeigten eine mittel- bis hochgradige Lahmheit auf, bei welchen mit einem Heilungsverlauf mit Lahmheitsfreiheit im Schritt von bis zu 1 ½ Monaten zu rechnen ist. Bei Operationen von Mehrfragmentfrakturen mittels Osteosynthese muss mit einem Heilungsverlauf (lahmheitsfrei im Schritt) von mind. 2 Monaten und bei den Quer- und Längsfrakturen bis zu 3 Monaten gerechnet werden.

8.4.5 Outcome

Fast die Hälfte, nämlich 47 % (31) aller Tiere, wurden euthanasiert oder geschlachtet. Bei 40,9 % (27) der Pferde trat eine vollständige Heilung ein, bei 9,1 % (6) eine unvollständige Heilung und bei 3 % (2) ist der weitere Verlauf der Heilung nicht bekannt. Unter die Rubrik „unvollständige Heilung“ fallen Pferde, die aufgrund späterer (Monate – Jahre) Probleme, in Zusammenhang mit der Fissur/Fraktur, euthanasiert wurden oder eine immer wiederkehrende oder bleibende Lahmheit aufwiesen. Rund 70% (23 von 33) aller am Tierspital Zürich konservativ therapierten Pferde konnten vollständig geheilt werden. Von den 15 Pferden, welche chirurgisch behandelt wurden, mussten 11 euthanasiert werden, 4 Pferde wurden vollständig geheilt.

8.5 Faktoren, welche den Heilungsverlauf beeinflussen

8.5.1 Frakturtyp

Die Art der Fraktur beeinflusst das Outcome sehr deutlich. Alle Patienten mit einer Schräg-, Spiral- und Salter-Harris-Fraktur sowie 75% der Pferde mit einer Mehrfragmentfraktur wurden letztendlich euthanasiert oder geschlachtet. Von den insgesamt 22 Equiden, bei welchen „lediglich“ eine Fissur diagnostiziert wurde, konnten 59,1 % vollständig und 13,6 % unvollständig geheilt werden. Alle Pferde mit einer Impressionsfraktur konnten vollständig geheilt werden. Von allen Pferden mit einer Absprengfraktur konnten 71,3 % vollständig und 28,7 % unvollständig geheilt werden. Bezogen auf das Vorhandensein einer Wunde wurden 60,7 % aller Pferde mit einer offenen Fissur/Fraktur letztendlich euthanasiert oder geschlachtet, während

bei 32,1 % eine vollständige Heilung erzielt wurde. Die starke Dislokation der Knochenfragmente bei einer Fraktur stellte sich als sehr grosses zusätzliches Problem heraus. 85,7 % all der betroffenen Pferde, wurden euthanasiert oder geschlachtet und nur 10,7 % konnten vollständig geheilt werden. 7 von insgesamt 8 Pferden mit einer Fissur/Fraktur mit Gelenksbeteiligung wurden ebenfalls entweder direkt nach der Diagnosestellung oder nach vorgängiger konservativer resp. chirurgischer Behandlung euthanasiert. Alle 3 Pferde mit einer offenen Fraktur Typ I wurden ebenfalls euthanasiert.

8.5.2 Lahmheitsgrad

Der Lahmheitsgrad stellte sich ebenfalls als bedeutender Faktor für das Outcome heraus. Je stärker die Pferde bei der Eingangsuntersuchung am Tierspital im Schritt lahm gingen, desto schlechter war die Prognose auf eine vollständige Heilung. Bei allen Spiral- und Querfrakturen sowie den meisten Schräg- und Mehrfragmentfrakturen wurde der höchste Lahmheitsgrad (5/5) festgestellt. Eine sehr grosse Auffälligkeit konnte bei denjenigen Patienten erkannt werden, bei denen Krepitation und/oder Instabilität diagnostiziert wurden. Alle diese Equiden waren hochgradig lahm → 5/5. Bei diesen lokalen Befunden (Krepitation und/oder Instabilität) ist deshalb die Prognose, eine vollständige Heilung zu erzielen, schlecht. Bei den Abspreng- und Impressionsfrakturen korrelierte der Lahmheitsgrad stark mit den vorhandenen Weichteilverletzungen. Von total 29 Equiden mit einem Lahmheitsgrad von 5/5 wurden 24 euthanasiert (82,8 %) und lediglich 5 vollständig geheilt (17,2 %). Bei diesen 5 Pferden entfielen zwei auf eine Impressions-, eines auf eine Mehrfragment- (Pferd 6 Jahre alt), eines auf eine Abspreng- und ein Pferd auf eine Querfraktur (1 Tag altes Fohlen). Bei einer mittelgradigen Lahmheit (3-4/5) konnten von den insgesamt 20 Pferden über die Hälfte (11 = 55 %) vollständig geheilt werden. Eine sehr gute Prognose verspricht eine geringgradige Lahmheit (1-2/5) oder sogar die Lahmheitsfreiheit der Pferde.

8.5.3 Alter

Auffallend ist, dass vor allem sehr junge Tiere (0 – 2 Jahre) – 60 % – und ältere Tiere (über 20 Jahre) – 100 % – mit einer Radiusfissur/-fraktur euthanasiert wurden und somit diese Alterskategorien eine schlechtere Prognose haben. Das Outcome bei Pferden mittleren Alters (9 – 20 Jahre) ist weniger vom Alter der Tiere abhängig, sondern mehrheitlich vom Frakturtyp.

8.5.4 Zeit bis Einlieferung ins Tierspital

Je länger der Zeitraum bis zur Einlieferung ins Tierspital, desto häufiger konnten nachträglich aufgetretene Problemen wie z.B. Wundheilungsstörungen oder Phlegmonen beobachtet werden. Bei einigen Tieren (8 von 47), bei denen eine Woche oder länger bis zur Einlieferung ins Tierspital vergangen ist, zeigte sich ein deutlich längerer Heilungsverlauf als bei Pferden, welche eine ähnliche Fissur/Fraktur aufzeigten und sofort nach dem Trauma eingeliefert wurden.

8.6 Diskussion

Aufgrund der geringen Anzahl von Patienten konnte keine statistische Auswertung der vorhandenen Daten vorgenommen werden. Dennoch konnten einige Tendenzen ausgemacht werden, die im Folgenden diskutiert werden sollen.

In Bezug auf die Rasse konnte in dieser Analyse keine eindeutige Rassendisposition erkannt werden. Dies ist vermutlich auch auf die geringe Anzahl von Patienten zurückzuführen. In der Dissertation von *Hug* (2009) waren Islandpferde und Ponies signifikant häufiger von einem Schlag betroffen als andere Rassen, während in der Arbeit von *Derungs et al.* (2004) vor allem Vollblüter und Araber betroffen waren. Wie in der Studie von *Derungs et al.* (2004) waren auch hier die Hengste am häufigsten betroffen.

In dieser Studie wurden vor allem sehr junge (0-2 Jahre) und ältere (über 20 Jahre) mit einer Radiusfissur/-fraktur euthanasiert. Junge Tiere haben aufgrund der rascheren Knochenheilung und des niedrigen Gewichts eine bessere Chance auf Heilung nach einer Fraktur, so dass diese Zahlen sehr stark erstaunen. Bei der Analyse der Frakturen zeigten sich jedoch, dass die Besitzer keine Therapie erwünschten, was schlussendlich zur Euthanasie geführt hat. *Fürst et al.* (2008 a) konnten in ihrer Arbeit über die Knochendichte von Radius und Tibia bei Pferden feststellen, dass die Zahl wie auch die Breite der Knochentrabekel während dem Alterungsprozess abnimmt (Abb. II). Diese altersbedingten Veränderungen könnten die erhöhte Frakturanfälligkeit der älteren Pferde erklären. Auch die Heilungstendenz von Radiusfrakturen verschlechtert sich mit zunehmendem Alter (*Sanders-Shamis et al.* 1986). Ergänzend kann vermutet werden, dass ein Besitzer einem älteren Tier keine lange Rekonvaleszenzzeit mehr zumuten möchte, und diese Tiere deshalb eher euthanasiert oder geschlachtet werden.

Die häufigsten Schlagverletzungen, welche eine Fissur oder Fraktur zur Folge hatten, ereigneten sich auch in dieser Studie auf der Weide. Von diesen Pferden

wurden viele üblicherweise in der Boxe gehalten, was heute auch die häufigste Haltungsform für Pferde darstellt. Die Gruppenzusammenstellung und das langsame Integrieren neuer Pferde in eine bestehende Gruppe sind sehr wichtig für die Prävention von Schlagverletzungen (*Hug 2009, Fürst et al. 2006 b, Keiper und Receveur 1992*). Trotz guter und überlegter Zusammenstellung der Gruppe besteht aber immer, wenn auch vermindert, ein gewisses Risiko für eine Schlagverletzung. Dies könnte im Zusammenhang mit den limitierten Weideflächen stehen, welche den Pferden hierzulande zur Verfügung stehen, nachdem sie den grössten Teil des Tages in der Boxe verbringen (*Derungs et al. 2004*).

Wurde bei einem Pferd eine Fissur diagnostiziert, war diese zum grössten Teil geschlossen. Bei den Schrägfrakturen war die Verteilung zwischen den offenen und geschlossenen Frakturen fast gleichmässig je zur Hälfte verteilt. Überraschend auffällig in dieser Analyse war, dass viele Schrägfrakturen keine Wunde aufgewiesen haben und sich somit eine offene Wunde nicht als zusätzliches Problem darstellte. Auch *Richter und De Moor (1999)* erwähnen, dass offene Radiusfrakturen selten sind. Die Häufigkeit von Weichteilproblemen, die im Zusammenhang mit Schlagverletzungen gesehen werden, steht vermutlich im Zusammenhang mit dieser hohen Energie, die bei einem Schlag auf eine relativ kleine Fläche übertragen wird (*Derungs et al. 2004*). Also müssen nicht nur sichtbare Hautwunden und Knochendefekte, sondern auch die starke Kompression und Quetschung der umliegenden Weichteile bei der Evaluation von Schlagverletzungen berücksichtigt werden (*Levy et al. 1994*).

Schlagverletzungen bei Pferden werden von den Besitzern sehr oft unterschätzt. Die Auswertung der Krankengeschichten hat belegt, dass die Erstversorgung von Patienten mit einer Fraktur oder Frakturverdacht teilweise mangelhaft vorgenommen wurde. Eine korrekte Wundversorgung und fachgerechte Stabilisierung der Gliedmasse bildet eine sehr wichtige Voraussetzung für den weiteren Heilungsverlauf (*Fürst 2006*) (Abb. III). Weiter hat sich gezeigt, dass beim Versuch, ein Pferd mit einer Schlagverletzung zu Hause konservativ zu behandeln, bei Vorhandensein einer Fissur oder Fraktur später oft mit weiteren Problemen und meist einem längeren Heilungsverlauf gerechnet werden muss. Weshalb sich die Besitzer der Pferde zuerst für einen Therapieversuch zu Hause entscheiden, lässt sich vermutlich darauf zurück führen, dass sich bei der ersten radiologischen Untersuchung noch keine Fissur-/Frakturlinie darstellen lässt (Abb. IV). Somit besteht die Gefahr, dass den Pferden zu hohe Dosen an NSAID's verabreicht werden, weswegen sie die Gliedmasse zu stark belasten, wobei aus einer Fissur eine Fraktur entstehen kann (*Auer 2006*). Liegt nach einer Schlagverletzung mit hochgradiger Lahmheit keine deutliche Verbesserung des Ganges am folgenden Tag vor, sollte das Pferd zwecks genauer radiologischer Abklärung an eine Klinik überwiesen werden. Entzündungshemmer sind dabei mit Vorsicht zu verabreichen und diagnostische Anästhesien oberhalb des Hufes sind kontraindiziert (*Auer 1996*). Gerade nach einer Schlagverletzung mit deutlicher Lahmheit und Fissurverdacht sollte im Abstand von ca. 8-10 Tagen ein

Kontrollröntgen durchgeführt werden und bis zum Beweis des Gegenteils das Pferd als Fissur-/Frakturpatient behandelt werden (*Bassage und Ross 2010, Huskamp et al. 1994*).

Der Lahmheitsgrad ist in dieser Studie signifikant für die Prognose und letztendlich das Outcome der Pferde herausgestochen. Bei einem Lahmheitsgrad 5/5 liegen die Chancen auf Heilung bei nur 20 %. Bei dieser schlechten Prognose muss aber auch immer der Frakturtyp mit einbezogen werden. Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie wird klar ersichtlich, dass eine Impressions- oder Absprengfraktur zuerst einen sehr hohen Lahmheitsgrad aufzeigen kann, diese Frakturtypen aber eine sehr gute Prognose auf Heilung versprechen. Pferde mit Schräg- und Spiralfrakturen hingegen, bei denen fast immer ein Lahmheitsgrad (5/5) aufgetreten ist, mussten alle entweder direkt nach der Diagnosestellung, post operationem aufgrund Refraktur / Implantatversagen während der Aufwachphase, oder im Laufe der weiteren Rekonvaleszenz aufgrund nachträglich aufgetretener Probleme, euthanasiert werden. Weiter zeigt die Studie, dass alle Pferde, welche bei der Erstuntersuchung lahmheitsfrei waren oder eine geringgradige Lahmheit (1-2/5) zeigten, geheilt werden konnten. Es hat sich zwar gezeigt, dass der Lahmheitsgrad einen entscheidenden Einfluss auf die Therapiemethode und das Outcome hat, alleine aufgrund des Lahmheitsgrades bei der Erstuntersuchung kann aber keine eindeutige Prognose abgegeben werden, wie lange es dauert, bis das Pferd wieder lahmheitsfrei ist.

Die Aufstehphase nach einer Osteosynthese ist nach wie vor problematisch. Das lange Liegen in Seiten- oder Rückenlage, die dadurch hervorgerufene lokale Hypoxie grösserer Muskelgruppen und eventuelle Nervenkompressionen erschweren dem Pferd das Aufstehen. Die Pferde stehen noch unter der Wirkung von Anästhetika, welche die Koordination erschweren. Die ungewohnte Situation verbunden mit Angst, motivieren das Fluchttier Pferd häufig zum Aufstehen, bevor es dazu in der Lage ist. Mehrere Aufstehversuche mit Stürzen und Verletzungen sind trotz gepolsterten Aufwachboxen keine Ausnahme (*Liechti et al. 2003*). Wie diese Studie zeigt, trat bei mehreren Pferden während der Aufstehversuche in der Aufwachphase eine Refraktur des Radius (z.T. auch der Ulna) auf. So muss auch davon ausgegangen werden, dass evtl. die Knochenstruktur durch viele Schrauben geschwächt wurde (*Kessler et al. 1992*). Aufgrund des grossen Gewichtes der Pferde kommt es nicht nur zu Refrakturierungen des Knochens, sondern leider auch immer wieder zu Implantatversagen (Abb. V). Die Implantate sollten deshalb auch weiterhin verbessert und der besonderen Form des Radius angepasst werden (*Auer et al. 1995*). Das Tierspital Zürich verfügt seit Ende 2002 über ein Aufwachbecken (Swimmingpool), wodurch eine sehr schonende Aufwachphase für Pferd und Fraktur gewährleistet werden kann (*Bühler et al. 2011*).

8.7 Schlussfolgerungen

Frakturtyp und Lahmheitsgrad waren in dieser Studie ausschlaggebend sowohl für die angewandte Therapiemethode, als auch für den Heilungsverlauf. Keine oder eine geringgradige Lahmheit der Pferde bei der Erstuntersuchung verspricht eine sehr gute Prognose auf Heilung. Bei Fissur- oder Frakturverdacht verbessert die rasche Diagnosestellung und Einweisung in eine Klinik die Prognose. Die radiologische Untersuchung der Extremitäten nach einer Schlagverletzung ist unerlässlich. Der Heilungsverlauf hängt aber nicht nur von den am Pferd erhobenen Befunden ab, sondern insbesondere auch von dessen Temperament und Bereitschaft zur Mitarbeit. Die Prognose für Schräg-, Spiral- und Salter-Harris-Frakturen des Radius bleibt trotz Fortschritten in der Veterinärchirurgie bei adulten Grosspferden weiterhin vorsichtig.

9. LITERATURVERZEICHNIS

- Auer J. A. (2006): Principles of Fracture Treatment; Equine Surgery, 3rd Edition, Chapter 81, 1000-1027. Saunders St. Louis USA*
- Auer J.A. (1996): Fractures of the radius. In: Nixon A.J. (Ed.): Equine fracture repair. 222 – 230, Philadelphia, Saunders,*
- Auer J.A., Kaegi B. und Fürst A. (1995): Möglichkeiten und Sinn der chirurgischen Versorgung von Frakturen der langen Röhrenknochen beim Pferd. Coll. Vet. XXV, 69-71*
- Auer J.A. und Watkins J.P. (1987): Treatment of radial fractures in adult horses: An analysis of 15 clinical cases. Equine Vet. J. 19, 103-110*
- Aurich C. und Aurich J. E. (2005): Reproduktionsmedizin beim Pferd, 198-200. Parey Verlag Stuttgart*
- Bachmann I. und Stauffacher M. (2002): Haltung und Nutzung von Pferden in der Schweiz: Eine repräsentative Erfassung des Status quo. Schweiz. Archiv Tierheilkunde 144: 331-347*
- Barr A.R. und Denny H.R. (1989): Three cases of non-displaced radial fracture in horses. Vet. Rec. 125, 35 – 37*
- Bassage L.H. und Ross M.W. (2010): Diagnosis and Management of Lameness in the Horse, Ross/Dyson, Chapter 40, Antebrachium, 2nd Edition, 394-396*
- Baxter G.M., Moore J.N. und Budsberg S.C. (1991): Repair of an open radial fracture in an adult horse. J. Am. Vet. Med. Assoc. 199(3), 364 – 367*
- Bettschart R., Picek S., Ringer S., Kalchofner K. und Fürst A. (2008): Retrospective report of anesthesia management before and during hydropool recovery in 50 horses. In: IVECC, pp. 858: Phoenix, AZ*
- Blatter G. und Weber B. G. (1990): Wave plate osteosynthesis as a salvage procedure. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery 109, 330-333*
- Boelitz R., Dallek M., Meenen N. M. und Jungbluth K. H. (1994): Die Reaktion der Epiphysenfuge auf fugenkreuzende Bohrdrahtosteosynthese*
- Bramlage L. R. (1983): Long Bone Fractures; Veterinary Clinics of North America, Large Animal Practice 5, 285-310*
- Bühler M., Jackson M. und Fürst A. (2011): Erfolgreiche Operation einer offenen Tibiafraktur bei einem adulten Isländer. Pferdeheilkunde 27, 681-686*

- Derungs S., Fürst A., Haas C., Geissbühler U. und Auer J.A. (2001):* Fissure Fractures of the radius and tibia in 23 horses: a retrospective study. *Equine vet. Educ.* 13, 313 – 318
- Derungs S. (2002):* Schlagverletzungen beim Pferd, Dissertation Vetsuisse Fakultät Universität Zürich
- Derungs S., Fürst A., Hässig M. und Auer J.A. (2004):* Frequency, consequences and clinical outcome of kick injuries in horses: 256 cases (1992 – 2000). *Wien. Tierärztl. Mschr.* 91, 114 – 119
- Ferguson J. G. (1985):* Special considerations in bovine orthopedics and lameness. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 131-138
- Firth J. L. (1985):* Equestrian injuries, Sports injuries; mechanism, prevention and treatment; 431-449, Williams & Wilkins Baltimore
- Fürst A., Kaegi B. und Auer J. (1993):* Die Erstversorgung von Pferden mit Frakturen. *Coll.Vet.* XXIV, 21 – 25
- Fürst A. (2006):* Emergency Treatment and Transportation of Equine Fracture Patients; *Equine Surgery: Auer & Stick 3rd Edition*, Chapter 78, 972-981. Saunders St. Louis USA
- Fürst A., Keller R. und von Salis B. (2006 a):* Entwicklung eines verbesserten Hängegeschirrs für Pferde: Das Tier - Bergungs- und Transportnetz (TBTN). *Pferdeheilkunde* 22, 767 – 772
- Fürst A., Knubben J., Kurtz A., Auer J.A. und Stauffacher M. (2006 b):* Pferde in Gruppenhaltung: Eine Betrachtung aus tierärztlicher Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Verletzungsrisikos; *Pferdeheilkunde* 22, 254 – 258
- Fürst A., Meier D., Michel S., Schmidlin A., Held L. und Laib A. (2008 a):* Effect of age on bone mineral density and micro architecture in the radius and tibia of horses: an Xtreme computed tomographic study. *BMC Vet. Res.*
- Fürst A., Oswald S., Jäggin S., Piskoty G., Michel S., Auer J. A. (2008 b):* Fracture configurations of the equine radius and tibia after a simulated kick, *Vet Comp Orthop Traumatol*, 21, 49-58
- Gautier E., Ganz R. (1994):* Die biologische Plattenosteosynthese; *Zentralblatt für Chirurgie* 119, 564-572
- Haas N. P., Schütz M. und Hoffmann R. (1997):* LISS – Less Invasive Stabilization System: ein neuer Fixateur interne für distale Femurfrakturen; *OP-Journal* 13, 340-344
- Harrison L.J., May S.A., Richardson J.D., Mills G. und Dixon P. (1991):* Conservative treatment of an incomplete longbone fracture of a hindlimb of four horses. *Vet. Rec.* 129, 133 – 136

- Hartung K., Ludewig E. und Tellhelm B. (2010): Röntgenuntersuchung in der Tierarztpraxis, (2. Auflage), Enke Verlag Stuttgart*
- Hubert J. und Stashak T. S. (2011): Fractures of the Radius, Adams & Stashak's Lameness in Horses, 6th Edition, 687-693*
- Hug S. (2009): Epidemiologische Untersuchung der Frakturpatienten der Pferde-klinik; Bedeutung der Schlagverletzung als Ursache von Frakturen, Dissertation Vetsuisse Fakultät Universität Zürich*
- Huskamp B., Statlbäumer G., Mengeler U. und Nowak M. (1994): Diagnostische Probleme bei Fissuren des Pferdes, Pferdeheilkunde 10, 365-376*
- Johnson P.J., Allhands R.V., Baker G.J., Boero M.J., Foreman J.H., Hyyppä T. und Huhn J.C. (1988): Incomplete linear tibial fractures in two horses. J. Am. Vet. Med. Ass. 192, 522 – 524*
- Karlson P., Doenecke D. und Koolman J. (1994): Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler, 14. Auflage, 431-433*
- Keiper R. und Receveur H. (1992): Social interactions of free-ranging Przewalski horses in semi-reserves in the Netherlands; Applied animal behaviour. Science 33, 303-318*
- Kessler S. B., Deiler S., Schiffli-Deiler M., Uhthoff H. K. und Schweiberer L. (1992): Refractures: a consequence of impaired local bone viability. Arch. Orthop. Trauma Surg. 111, 96-101*
- König H. E. und Liebich H.-G. (1999): Anatomie der Haussäugetiere. Kap. 3 Vorder- und Schultergliedmasse Band I: 141-143*
- Kriss T. C. und Kriss V. M. (1997): Equine-related neurosurgical trauma: a prospective series of 30 patients. J Trauma Inj. Infect. Crit. Care 43, 97-99*
- Levy A.S., Bromberg J. und Jasper D. (1994): Tibia fractures produced by the impact of a baseball bat. J. Orthop. Traum. 8, 154 – 158*
- Liebich H.-G. (1993): Funktionelle Histologie. Farbatlas und Kurzlehrbuch der mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere, Zweite Auflage, 64-73. Schattauer Verlag Stuttgart – New York*
- Liechti J., Pauli H., Jäggin N. und Schatzmann U. (2003): Untersuchungen zum assistierten Aufstehen von Pferden während der Aufwachphase nach einer Inhalationsanästhesie, Pferdeheilkunde 19, 271-276*
- Macnab I. und DeHaas W. G. (1974): The role of periosteal blood supply in the healing of fractures of the tibia. Clinical Orthopaedics and Related Research 105, 27-33*
- Markel M. D. und Lopez M. J. (2006): Bone Biology and Fracture Healing, Equine Surgery, 3rd Edition, Chapter 80, 991-1000. Saunders St. Louis USA*

- Matthews S., Dart A.J., Dowling B.A. und Hodgson D.R. (2002):* Conservative Management of minimally displaced radial fractures in three horses. Aust. Vet. J. 80, 44 – 47
- Meagher D. M. (1980):* Management of long bone fractures in horses and the selection of methods of treatment, Proceedings of the American Association of Equine Practitioners AAEP, Vol. 26, 289-294
- Nickel R., Schummer A. und Seiferle E. (1992):* Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I, 6. Auflage, 74/75. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg
- Perren S. M. (1979):* Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation; Clinical Orthopaedics and Related Research 138, 175-196
- Perren S. M. (1991):* The concept of biological plating using the limited contact dynamic compression plate (LC-DCP); Scientific background, design and application. Injury 22 Supplemente 1, A1-41
- Richardson D.W. (1990):* Fractures of the tibia. In: Current Practice of Equine Surgery, Eds: White and Moore Lippincott Philadelphia, 660 – 665
- Richter W. und De Moor A. (1999):* Krankheiten der Schultergliedmasse. In: Handbuch der Pferdepraxis, Dietz O. und Huskamp B. (Eds.), Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 790 - 791
- Sanders-Shamis M., Bramlage L.R. und Gable A.A. (1986):* Radius fracture in the horse: A retrospective study of 47 cases. Equine vet. J. 18, 432-437
- Schneider R. K. (1990):* Fractures of the Radius. Current Practice of Equine Surgery (White and Moore Lippincott Philadelphia) Nr. 125; 646-652
- Schütz M. und Südkamp N. P. (2003):* Revolution in plate osteosynthesis: new internal fixator systems; Journal of Orthopaedic Science 8, 252-258
- Turner A.S. (1988):* Heilbare Frakturen beim Pferd. Pferdeheilkunde 4, 239 – 250
- Wagner M. (2003):* General principles for the clinical use of the LCP; Injury 34 Supplemente 2, B31-42
- Wagner M. und Frigg R. (2000):* Locking compression plate (LCP): ein neuer AOStandard; OP-Journal 3, 238-243
- Watkins J. P. (2004):* Radius and tibia fractures in adult horses, 12th ESVOT Congress Munich
- Weyrauch K. D. und Smollich A. (1998):* Histologie-Kurs für Veterinärmediziner, 2. Ausgabe, 30-32. Enke Verlag Stuttgart

Korrespondenz

Prof. Dr. med.vet. Anton Fürst
Departement für Pferde, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich
Winterthurerstrasse 260, 8057 Zürich
afuerst@vetclinics.uzh.ch

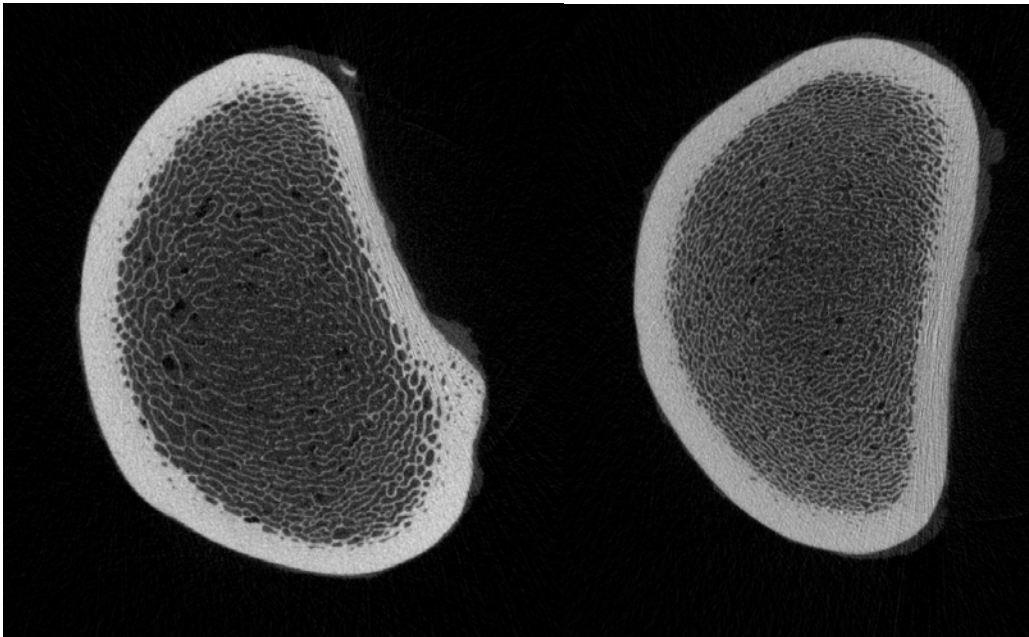
10. ABBILDUNGEN

Abbildung I



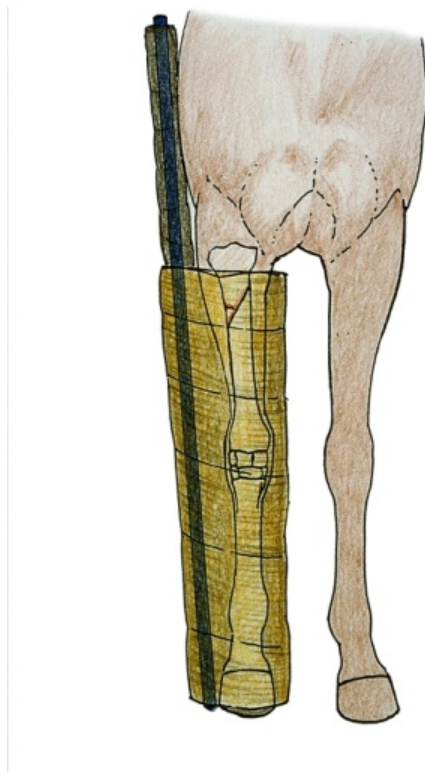
Das Tierbergungs -und Transportnetz verhindert zuverlässig das Abliegen der Pferde während der Rekonvaleszenz und beugt der Entstehung einer Belastungshufrehe vor.

Abbildung II



Links Radius mit kleiner Anzahl an Trabekeln, rechts Radius mit grosser Anzahl an Trabekeln.

Abbildung III



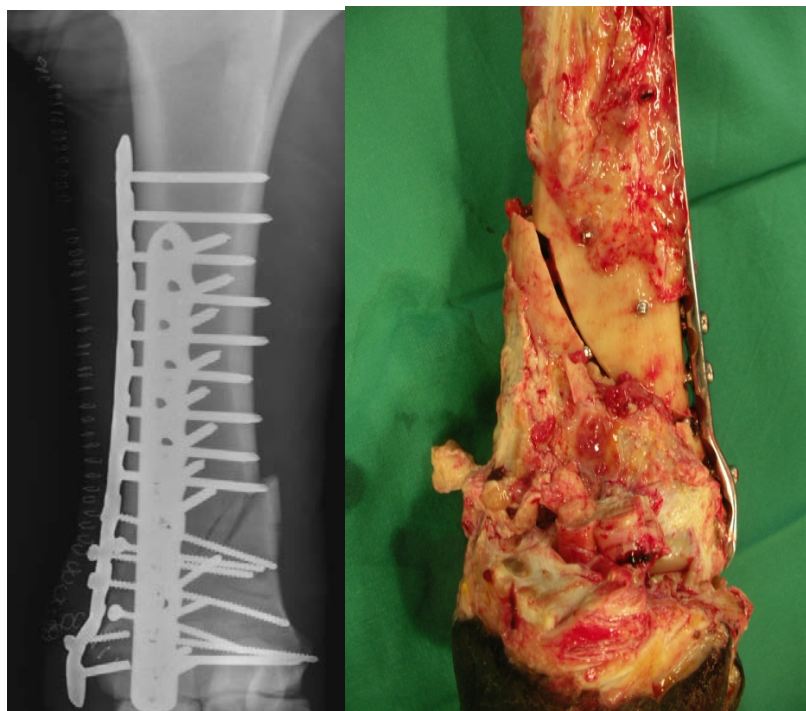
Korrekte Stabilisierung einer Radiusfraktur.

Abbildung IV



Das gesamte Ausmass einer Radiusfissur ist bei der ersten radiologischen Untersuchung nicht immer erkennbar.

Abbildung V



Instabilität und Implantatversagen 2 Wochen nach der Operation. Das Pferd musste euthanasiert werden.

11. TABELLEN

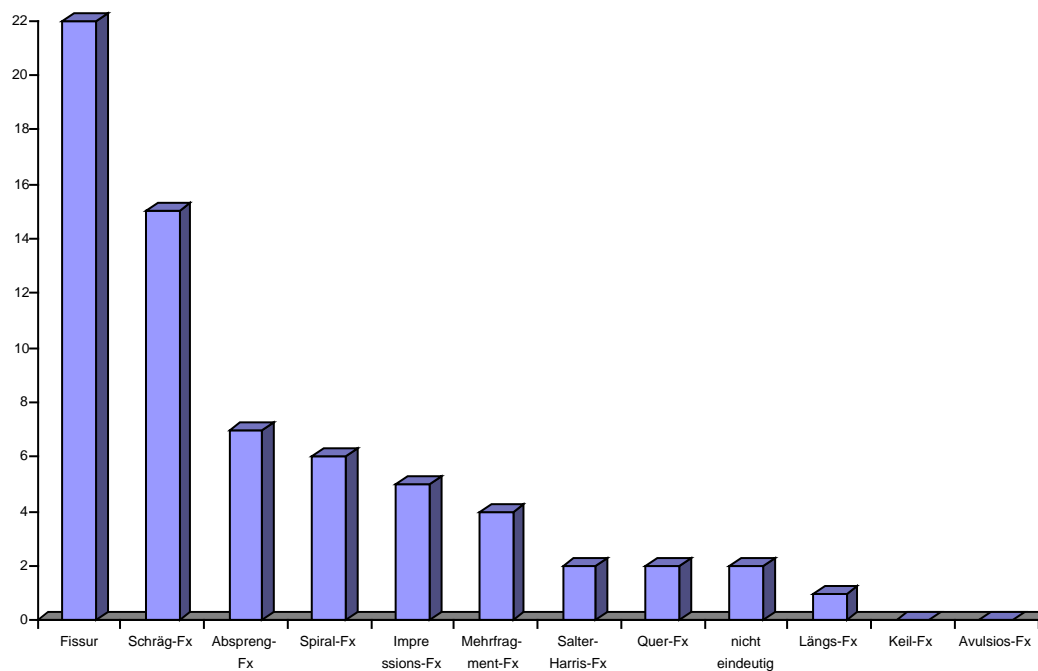
Tabelle I

Geschlecht		Alter		Rasse	
54,6 %	Wallache (36)	45,5 %	13 – 20 Jahre (30)	71,2 %	Warmblutpferde (45)
31,8 %	Stuten (21)	21,2 %	9 – 12 Jahre (14)	13,6 %	Islandpferde (9)
13,6 %	Hengste (9)	15,2 %	0 – 2 Jahre (10)	7,6 %	Vollblutpferde (7)
		10,6 %	5 – 8 Jahre (7)	7,6 %	Ponys (5)
		4,5 %	über 20 Jahre (3)		
		1,5 %	3 – 4 Jahre (1)		
		1,5 %	keine Daten vorhanden (1)		

Auswertung aller Daten nach Geschlecht, Alter und Rasse.

Tabelle II

Anzahl (n = 66)



Nach Schlagverletzung aufgetretene Frakturtypen.

Tabelle III

Behandlungsmassnahmen bei konservativer Therapie (32 Pferde)	Behandlungsmassnahmen bei chirurgischer Therapie (15 Pferde)
43,8 % Verband (14) 21,9 % Schiene (7) 3,1 % Cast (1) 43,8 % Boxenruhe (14) 31,2 % Boxenruhe – angebunden (10) 25 % Boxenruhe – TBTN (8)	80,0 % Platten (12) 66,7 % Zugschrauben (10) 40,0 % Verband (6) 26,7 % Schiene (4) 6,7 % Cast (1) 6,7 % Gips (1) 40,0 % Boxenruhe (6) 6,7 % Boxenruhe – angebunden (1) 33,3 % Boxenruhe – TBTN (5)

Behandlungsmassnahmen bei konservativer bzw. chirurgischer Therapie.

Tabelle IV

47 Pferde	Anzahl Tage Verabreichung von NSAID's								
Frakturtyp:	1-4 (3)	5-8 (6)	9-14 (5)	15-20 (6)	21-30 (4)	31-43 (5)	> 43 (3)	keine (12)	Eutha nach OP (3)
Fissur (18)	1	1	2	3	1	2	-	8	-
Abspreng-Fx (7)	-	4	1	1	-	-	-	1	-
Impressions-Fx (5)	-	-	1	1	-	-	1	2	-
nicht eindeutig (2)	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Fissur (2)	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Spiral-Fx (4)	1	-	-	-	-	2	-	-	1
Schräg-Fx (3)	1	-	-	-	1	-	1	-	-
Mehrfragment-Fx (2)	-	-	1	-	1	-	-	-	-
Quer-Fx (2)	-	1	-	-	-	-	1	-	-
Salter-Harris-Fx (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	1	-	-	-	-

konservativ

chirurgisch

Verabreichungsdauer von nichtsteroidalen Entzündungshemmern.

Tabelle V

47 Pferde		Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt:							
Frakturtyp:	LH-frei seit EU (5)	6-14 (5)	19-33 (6)	36-45 (4)	51-63 (4)	69-92 (5)	nicht be- kannt (6)	Eutha w.B. (12)	
Fissur (18)	4	1	1	3	3	3	2	1	konservativ
Abspreng-Fx (7)	1	4	1	-	-	-	1	-	
Impressions-Fx (5)	-	-	2	1	-	-	2	-	
nicht eindeutig (2)	-	-	1	-	-	-	1	-	
Fissur (2)	-	-	1	-	-	-	-	1	chirurgisch
Spiral-Fx (4)	-	-	-	-	-	-	-	4	
Schräg-Fx (3)	-	-	-	-	-	-	-	3	
Mehrfragment-Fx (2)	-	-	-	-	1	-	-	1	
Quer-Fx (2)	-	-	-	-	-	1	-	1	
Salter-Harris-Fx (1)	-	-	-	-	-	-	-	1	
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	-	1	-	-	

(EU = Erstuntersuchung, Eutha w.B. = Euthanasie während Behandlung)

Dauer bis zur Lahmheitsfreiheit im Schritt.

ANHANG 1

ANALYTISCHE BESCHREIBUNGEN

Tabelle I	Aufenthaltort bei Fissur/Frakturintritt und Haltungsform
Tabelle II	Aufenthaltort bei Fissur/Frakturintritt und Geschlecht
Tabelle III	Aufenthaltort bei Fissur/Frakturintritt und Frakturtyp
Tabelle IV	Aufenthaltort bei Fissur/Frakturintritt und Wundlokalisation
Tabelle V	Lahmheitsgrad im Schritt und lokale Befunde
Tabelle VI	Lahmheitsgrad im Schritt und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung
Tabelle VII	Frakturtyp und Lahmheitsgrad im Schritt
Tabelle VIII	Frakturtyp und Dauer des Klinikaufenthaltes
Tabelle IX	Frakturtyp und zusätzliche Probleme nebst der Fissur/Fraktur
Tabelle X	Frakturtyp und nachträglich aufgetretene Probleme
Tabelle XI	Frakturtyp und Wundlokalisation
Tabelle XII	Frakturtyp und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung
Tabelle XIII	Frakturtyp und Outcome
Tabelle XIV	Zusätzliche Probleme und Wundlokalisation
Tabelle XV	Zusätzliche Probleme und Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP
Tabelle XVI	Zusätzliche Probleme und Therapiemethode
Tabelle XVII	Zusätzliche Probleme und Outcome
Tabelle XVIII	Nachträgliche Probleme und Alter
Tabelle XIX	Nachträgliche Probleme und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung
Tabelle XX	Nachträgliche Probleme und Vorbehandlung
Tabelle XXI	Nachträgliche Probleme und Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP
Tabelle XXII	Nachträgliche Probleme und Therapiemethode
Tabelle XXIII	Nachträgliche Probleme und Outcome
Tabelle XXIV	Outcome und Alter
Tabelle XXV	Outcome und Wundlokalisation
Tabelle XXVI	Outcome und Vorbehandlung
Tabelle XXVII	Outcome und Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP
Tabelle XXVIII	Outcome und Lahmheitsgrad
Tabelle XXIX	Outcome und lokale Befunde
Tabelle XXX	Outcome und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung
Tabelle XXXI	Outcome und Therapiemethode

Tabelle I Aufenthaltsort bei Fissur/Fraktur Eintritt und Haltungsform

66 Pferde	Haltungsform:			
Aufenthaltort:	Boxe (26)	Weide (12)	Offenstall / Gruppenhaltung (6)	Keine Daten vorhanden (22)
Weide (37)	13	12	2	10
Offenstall (4)	-	-	4	-
Boxe (3)	3	-	-	-
Auslauf / Paddock (4)	3	-	-	1
Reiten / Handling (5)	5	-	-	-
nicht Bekannt (13)	2	-	-	11

Tabelle II Aufenthaltsort bei Fissur/Fraktur Eintritt und Geschlecht

66 Pferde	Geschlecht:		
Aufenthaltort:	Wallach (36)	Stute (21)	Hengst (9)
Weide (37)	20	10	7
Offenstall (4)	3	1	-
Boxe (3)	-	2	1
Auslauf / Paddock (4)	2	1	1
Reiten / Handling (5)	1	4	-
nicht Bekannt (13)	10	3	-

Tabelle III **Aufenthaltort bei Fissur/Fraktur Eintritt und Frakturtyp**

66 Pferde		Frakturtyp:										
Aufenthaltort:	Fissur (22)	Schräg-Fx (15)	Impression-Fx (5)	Spiral-Fx (6)	MehrfrAGMENT-Fx (4)	Abspr eng-Fx (7)	Salter-Harris-Fx (2)	Quer-Fx (2)	nicht eindeutig (2)	Längs-Fx (1)	Keil-Fx (0)	Avulsions-Fx (0)
Weide (37)	10	8	3	4	4	5	-	-	2	1	-	-
Offenstall (4)	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Boxe (3)	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
Auslauf / Paddock (4)	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reiten / Handling (5)	1	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
nicht Bekannt (13)	8	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-

Tabelle IV **Aufenthaltort bei Fissur/Fraktur Eintritt und Wundlokalisation**

66 Pferde		Wundlokalisation:				
Aufenthaltort:	medial (27)	cranial (4)	lateral (6)	caudo-lateral (3)	keine Wunde (16)	cranio-medial (10)
Weide (37)	16	2	3	2	9	5
Offenstall (4)	2	-	-	-	-	2
Box (3)	-	-	-	-	3	-
Auslauf / Paddock (4)	2	1	-	-	-	1
Reiten / Handling (5)	3	-	2	-	-	-
nicht Bekannt (13)	4	1	1	1	4	2

Tabelle V **Lahmheitsgrad im Schritt und lokale Befunde**

66 Pferde	lokale Befunde:						
Lahmheitsgrad:	Wunde (45)	Schwellung (47)	Dolenz (34)	Krepitation (8)	Instabilität (7)	Wärme (9)	keine Daten (3)
5/5 (29)	14	19	14	8	7	1	2
3-4/5 (20)	17	13	10	-	-	4	1
1-2/5 (10)	9	10	6	-	-	2	-
lahmheitsfrei (6)	4	5	4	-	-	2	-
nicht bekannt (1)	1	-	-	-	-	-	-

Tabelle VI **Lahmheitsgrad im Schritt und Klassifikation
aufgrund der Weichteilverletzung**

66 Pferde	Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung:					
Lahmheitsgrad:	geschlossen (38)	artikulär (8)	offen Typ I (3)	offen Typ II (24)	offen Typ III (0)	keine Daten (1)
5/5 (29)	17	5	1	11	-	-
3-4/5 (20)	10	3	1	9	-	-
1-2/5 (10)	6	-	-	3	-	1
lahmheitsfrei (6)	5	-	-	1	-	-
nicht bekannt (1)	-	-	1	-	-	-

Tabelle VII Frakturtyp und Lahmheitsgrad im Schritt

66 Pferde	Lahmheitsgrad im Schritt:				
Frakturtyp:	5/5 (29)	3-4/5 (20)	1-2/5 (10)	lahmheitsfrei (6)	nicht bekannt (1)
Fissur (22)	1	11	6	4	-
Schräg-Fx (15)	13	1	-	-	1
Impressions-Fx (5)	2	2	1	-	-
Spiral-Fx (6)	6	-	-	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	3	1	-	-	-
Abspreng-Fx (7)	1	2	2	2	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	1	-	-	-
Quer-Fx (2)	2	-	-	-	-
nicht eindeutig (2)	-	1	1	-	-
Längs-Fx (1)	-	1	-	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-

Tabelle VIII Frakturtyp und Dauer des Klinikaufenthaltes

66 Pferde	Dauer des Klinikaufenthaltes:				
Frakturtyp:	1-3 Tage (32)	4-14 Tage (11)	15-28 Tage (15)	bis 2 Monate (6)	über 2 Monate (2)
Fissur (22)	10	2	7	2	1
Schräg-Fx (15)	13	-	1	-	1
Impressions-Fx (5)	1	3	1	-	-
Spiral-Fx (6)	4	-	-	2	-
Mehrfragment-Fx (4)	2	1	1	-	-
Abspreng-Fx (7)	-	3	3	1	-
Salter-Harris-Fx (2)	2	-	-	-	-
Quer-Fx (2)	-	1	-	1	-
nicht eindeutig (2)	-	1	1	-	-
Längs-Fx (1)	-	-	1	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-

Tabelle IX

Frakturtyp und zusätzliche Probleme nebst der Fissur/Fraktur

49 Pferde

Frakturtyp:	zusätzliche Probleme:												
	offene Fx (28)	Gelenk sbeteiligung (8)	Ulna-Fx (6)	Alter (5)	Orthop ädisch (4)	Internis tisch (3)	Schlec hter AZ (2)	Belastu ngsreh e (2)	Nervös aufgeb racht (2)	Dislozi erung, zuviel Fragme nte (28)	Andere Knoch en-Fx (1)	Wundin fektion (1)	Lange Anfahrt (1)
Fissur (22)	8	2	-	-	4	2	-	1	-	2	-	1	-
Schräg-Fx (15)	7	5	4	1	-	-	-	-	2	13	-	-	1
Impressions-Fx (5)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiral-Fx (6)	4	-	-	1	-	-	1	1	-	6	-	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	2	1	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Abspreng-Fx (7)	5	-	-	-	-	-	1	-	-		1	-	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Quer-Fx (2)	-	-	-	2	-	1	-	-	-	2	-	-	-
nicht eindeutig (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle X

Frakturtyp und nachträglich aufgetretene Probleme

20 Pferde

Frakturtyp:	nachträgliche Probleme:												
	Fissur / Fraktur der Ulna (1)	Implant atversa gen (3)	Wundh eilungs störun g (3)	Phlegm one (5)	Belastu ngsreh e (2)	Nerven lähmun g (2)	Narkos ezwisc henfall (2)	Refrakt urierun g (2)	Knoch enfels tellung (1)	Knoch enlyse (4)	Osteo myeliti s (2)	Drucks tellen (Gips/S chiene) (2)	Zubildu ng in Wachst umszo ne (1)
Fissur (22)	-	-	2	2	1	1	-	1	-	1	-	1	-
Schräg-Fx (15)	-	1	-	1	-	1	-	-	1	1	1	1	-
Impressions-Fx (5)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiral-Fx (6)	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Abspreng-Fx (7)	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Quer-Fx (2)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
nicht eindeutig (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle XI Frakturtyp und Wundlokalisation

66 Pferde	Wundlokalisation:					
Frakturtyp:	medial (27)	cranial (4)	lateral (6)	caudolateral (3)	keine Wunde (16)	craniomedial (10)
Fissur (22)	10	1	2	1	2	6
Schräg-Fx (15)	4	3	2	-	6	-
Impressions-Fx (5)	3	-	-	-	-	2
Spiral-Fx (6)	4	-	-	-	2	-
Mehrfragment-Fx (4)	-	-	1	1	2	-
Abspreng-Fx (7)	4	-	1	1	1	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	-	-	-	1	-
Quer-Fx (2)	-	-	-	-	2	-
nicht eindeutig (2)	1	-	-	-	-	1
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	-	1
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-	-

Tabelle XII Frakturtyp und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung

66 Pferde	Klassifikation auf Grund der Weichteilverletzung:					
Frakturtyp:	geschlossen (38)	artikulär (8)	offen Typ I (3)	offen Typ II (24)	offen Typ III (0)	keine Daten (1)
Fissur (22)	14	2	-	8	-	-
Schräg-Fx (15)	8	5	2	5	-	-
Impressions-Fx (5)	4	-	-	1	-	-
Spiral-Fx (6)	2	-	-	4	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	3	1	-	1	-	-
Abspreng-Fx (7)	2	-	-	5	-	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	-	1	-	-	-
Quer-Fx (2)	2	-	-	-	-	-
nicht eindeutig (2)	1	-	-	-	-	1
Längs-Fx (1)	1	-	-	-	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-	-

Tabelle XIII Frakturtyp und Outcome

66 Pferde

Frakturtyp:	Outcome:			
	Euthanasie / Schlachtung (31)	vollständige Heilung (27)	unvollständige Heilung (6)	nicht bekannt (2)
Fissur (22)	4	13	3	2
Schräg-Fx (15)	15	-	-	-
Impressions-Fx (5)	-	5	-	-
Spiral-Fx (6)	6	-	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	3	1	-	-
Abspreng-Fx (7)	-	5	2	-
Salter-Harris-Fx (2)	2	-	-	-
Quer-Fx (2)	1	1	-	-
nicht eindeutig (2)	-	1	1	-
Längs-Fx (1)	-	1	-	-
Keil- und Avulsion- Fx (0)	-	-	-	-

Tabelle XIV

Zusätzliche Probleme und Wundlokalisation

49 Pferde	Wundlokalisation:					
zusätzliche Probleme:	medial (27)	cranial (4)	lateral (6)	caudolateral (3)	keine Wunde (16)	craniomedial (10)
offene Fissur/Fraktur (28)	17	3	3	3	-	2
Gelenksbeteiligung (8)	0	2	2	2	2	0
Ulna-Fx (6)	1	2	-	1	2	-
Alter (5)	2	-	-	-	3	-
Orthopädisch (4)	2	1	-	-	-	1
Internistisch (3)	-	1	1	-	1	-
Schlechter AZ (2)	1	-	-	-	1	-
Belastungsreihe (2)	1	-	-	-	1	-
Nervös, aufgebracht (2)	1	1	-	-	-	-
Dislokation und/oder zu viele Fragmente (28)	9	2	3	-	13	1
Andere Fx (1)	-	-	-	-	1	-
Wundinfektion (1)	1	-	-	-	-	-
Lange Anfahrt ins TSP (1)	-	1	-	-	-	-

Tabelle XV

Zusätzliche Probleme und Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP

49 Pferde	Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP ZH:				
zusätzliche Probleme:	sofort (37)	2 - 4 Tage (8)	5 - 7 Tage (7)	über 1 Woche (13)	nicht bekannt (1)
offene Fissur/Fraktur (28)	18	3	2	4	1
Gelenksbeteiligung (8)	5	1	2		
Ulna-Fx (6)	4	2			
Alter (5)	5				
Orthopädisch (4)	1		1	2	
Internistisch (3)	1		1	1	
Schlechter AZ (2)	1	1			
Belastungsreihe (2)	1			1	
Nervös, aufgebracht (2)	1	1			
Dislokation und/oder zu viele Fragmente (28)	22	3	2	1	
Andere Fx (1)	1				
Wundinfektion (1)				1	
Lange Anfahrt ins TSP (1)	1				

Tabelle XVI**Zusätzliche Probleme und Therapiemethode**

49 Pferde	Therapiemethode:		
zusätzliche Probleme:	Konservativ (33)	Chirurgie (15)	Euthanasie / Schlachtung (19)
offene Fissur/Fraktur (28)	11	5	12
Gelenksbeteiligung (8)	-	2	6
Ulna-Fx (6)	-	3	3
Alter (5)	-	2	3
Orthopädisch (4)	3	-	1
Internistisch (3)	1	1	1
Schlechter AZ (2)	1	1	-
Belastungsreihe (2)	1	1	-
Nervös, aufgebracht (2)	-	-	2
Dislokation und/oder zu viele Fragmente (28)	2	10	16
Andere Fx (1)	1	-	-
Wundinfektion (1)	1	-	-
Lange Anfahrt ins TSP (1)	-	-	1

Tabelle XVII**Zusätzliche Probleme und Outcome**

49 Pferde	Outcome:			
zusätzliche Probleme:	Euthanasie / Schlachtung (31)	vollständige Heilung (27)	unvollständige Heilung (6)	nicht bekannt (2)
offene Fissur/Fraktur (28)	17	9	2	-
Gelenksbeteiligung (8)	7	1	-	-
Ulna-Fx (6)	6	-	-	-
Alter (5)	4	1	-	-
Orthopädisch (4)	1	1	1	1
Internistisch (3)	2	1	-	-
Schlechter AZ (2)	1	1	-	-
Belastungsreihe (2)	2	-	-	-
Nervös, aufgebracht (2)	2	-	-	-
Dislokation und/oder zu viele Fragmente (28)	24	3	-	1
Andere Fx (1)	-	1	-	-
Wundinfektion (1)	1	-	-	-
Lange Anfahrt ins TSP (1)	1	-	-	-

Tabelle XVIII Nachträgliche Probleme und Alter

20 Pferde	Alter:						
nachträgliche Probleme:	0 - 2 Jahre (10)	3 - 4 Jahre (1)	5 - 8 Jahre (7)	9 - 12 Jahre (14)	13 - 20 Jahre (30)	über 20 Jahre (3)	nicht bekannt(1)
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	1	-	-	-	-	-	-
Implantatversagen (3)	-	-	1	-	2	-	-
Wundheilungsstörung (3)	1	-	-	1	1	-	-
Phlegmone (5)	-	-	1	1	3	-	-
Belastungsreihe (2)	-	-	-	2	-	-	-
Nervenlähmung (2)	-	-	-	-	2	-	-
Narkosezwischenfall (2)	2	-	-	-	-	-	-
Refrakturierung nach OP (2)	-	-	-	1	1	-	-
Knochenfehlstellung (1)	-	-	1	-	-	-	-
Knochenlyse (4)	1	-	-	1	2	-	-
Osteomyelitis (2)	-	-	1	1	-	-	-
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	-	-	1	-	1	-	-
Zubildungen in Wachstumszone (1)	1	-	-	-	-	-	-

Tabelle XIX Nachträgliche Probleme und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung

20 Pferde	Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung:					
nachträgliche Probleme:	geschlossen (38)	artikulär (8)	offen Typ I (3)	offen Typ II (24)	offen Typ III (0)	keine Daten (1)
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	1	-	-	-	-	-
Implantatversagen (3)	3	1	-	-	-	-
Wundheilungsstörung (3)	-	-	-	3	-	-
Phlegmone (5)	3	1	-	2	-	-
Belastungsreihe (2)	1	-	-	1	-	-
Nervenlähmung (2)	1	-	-	1	-	-
Narkosezwischenfall (2)	2	-	-	-	-	-
Refrakturierung nach OP (2)	-	-	-	2	-	-
Knochenfehlstellung (1)	1	-	-	-	-	-
Knochenlyse (4)	3	1	-	1	-	-
Osteomyelitis (2)	1	-	-	1	-	-
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	2	-	-	-	-	-
Zubildungen in Wachstumszone (1)	1	-	-	-	-	-

Tabelle XX

Nachträgliche Probleme und Vorbehandlung

20 Pferde

nachträgliche Probleme:	Vorbehandlung vor Transport zum TSP (42 Pferde) bis 2 Tage:						Vorbehandlung durch PTA oder Besitzer (24 Pferde) > 2 Tage bis Trsp. ins TSP:						
	Stabilisierung (22)	Medikamente (14)	keine (9)	Röntgen (4)	WT (3)	nicht bekannt (4)	Medikamente (15)	WT (5)	keine (5)	nicht bekannt (3)	Stabilisierung (2)	Röntgen (2)	Hydrotherapie (1)
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Implantatversagen (3)	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1
Wundheilungsstörung (3)	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-
Phlegmone (5)	-	1	-	-	1	-	3	1	-	1	1	1	1
Belastungsrehe (2)	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Nervenlähmung (2)	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-
Narkosezwischenfall (2)	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrakturierung nach OP (2)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-
Knochenfehlstellung (1)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1
Knochenlyse (4)	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Osteomyelitis (2)	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	1	1	1
Zubildungen in Wachstumszone (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Tabelle XXI

Nachträgliche Probleme und Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins Tierspital Zürich

20 Pferde

nachträgliche Probleme:	Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP ZH:				
	sofort (37)	2 - 4 Tage (8)	5 - 7 Tage (7)	über 1 Woche (13)	nicht bekannt (1)
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	-	1	-	-	-
Implantatversagen (3)	2	-	-	1	-
Wundheilungsstörung (3)	-	-	-	3	-
Phlegmone (5)	-	1	1	3	-
Belastungsrehe (2)	1	-	-	1	-
Nervenlähmung (2)	-	-	1	1	-
Narkosezwischenfall (2)	1	1	-	-	-
Refrakturierung nach OP (2)	-	1	-	1	-
Knochenfehlstellung (1)	-	-	-	1	-
Knochenlyse (4)	2	1	1	-	-
Osteomyelitis (2)	1	-	-	1	-
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	-	1	-	1	-
Zubildungen in Wachstumszone (1)	1	-	-	-	-

Tabelle XXII Nachträgliche Probleme und Therapiemethode

20 Pferde	Therapiemethode:		
nachträgliche Probleme:	Konservativ (33)	Chirurgie (15)	Euthanasie / Schlachtung (19)
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	-	1	-
Implantatversagen (3)	-	3	-
Wundheilungsstörung (3)	2	1	-
Phlegmone (5)	3	1	1
Belastungsrehe (2)	1	1	-
Nervenlähmung (2)	-	2	-
Narkosezwischenfall (2)	-	2	-
Refrakturierung nach OP (2)	-	2	-
Knochenfehlstellung (1)	1	-	-
Knochenlyse (4)	-	3	1
Osteomyelitis (2)	-	2	-
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	1	1	-
Zubildungen in Wachstumszone (1)	-	-	1

Tabelle XXIII Nachträgliche Probleme und Outcome

20 Pferde	Outcome:			
nachträgliche Probleme:	Euthanasie / Schlachtung (31)	vollständige Heilung (27)	unvollständige Heilung (6)	nicht bekannt (2)
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	1	-	-	-
Implantatversagen (3)	3	-	-	-
Wundheilungsstörung (3)	2	-	1	-
Phlegmone (5)	2	1	2	-
Belastungsrehe (2)	2	-	-	-
Nervenlähmung (2)	2	-	-	-
Narkosezwischenfall (2)	2	-	-	-
Refrakturierung nach OP (2)	2	-	-	-
Knochenfehlstellung (1)	1	-	-	-
Knochenlyse (4)	2	2	-	-
Osteomyelitis (2)	2	-	-	-
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	1	-	-	1
Zubildungen in der Wachstumszone (1)	1	-	-	-

Tabelle XXIV Outcome und Alter

66 Pferde	Alter:						
Outcome:	0 - 2 Jahre (10)	3 - 4 Jahre (1)	5 - 8 Jahre (7)	9 - 12 Jahre (14)	13 - 20 Jahre (30)	über 20 Jahre (3)	nicht bekannt(1)
Euthanasie / Schlachtung (31)	6	-	2	7	12	3	1
vollständige Heilung (27)	3	1	5	5	13	-	-
unvollständige Heilung (6)	1	-	-	1	4	-	-
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	-	-	-	1	1	-	-

Tabelle XXV Outcome und Wundlokalisation

66 Pferde	Wundlokalisation					
Outcome:	medial (27)	cranial (4)	lateral (6)	caudo- lateral (3)	keine Wunde (16)	cranio- medial (10)
Euthanasie / Schlachtung (31)	12	4	3	1	11	-
vollständige Heilung (27)	12	-	2	2	4	7
unvollständige Heilung (6)	2	-	1	-	-	3
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	1	-	-	-	1	-

Tabelle XXVI Outcome und Vorbehandlung

66 Pferde	Vorbehandlung vor Transport zum TSP (42 Pferde) bis 2 Tage:						Vorbehandlung durch PTA oder Besitzer (24 Pferde) > 2 Tage bis Trsp. ins TSP:						
Outcome:	Stabil isieru ng (22)	Medi kame nte (14)	keine (9)	Rönt gen (4)	WT (3)	nicht beka annt (4)	Medi kame nte (15)	WT (5)	keine (5)	nicht beka annt (3)	Stabil isieru ng (2)	Rönt gen (2)	Hydr other apie (1)
Euthanasie / Schlachtung (31)	16	6	4	2	-	1	5	3	1	1	1	2	1
vollständige Heilung (27)	5	6	3	1	2	3	6	2	4	2	-	-	-
unvollständige Heilung (6)	-	1	1	-	1	-	4	-	-	-	1	-	-
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle XXVII Outcome und Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP

66 Pferde	Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP ZH:				
Outcome:	sofort (37)	2 - 4 Tage (8)	5 - 7 Tage (7)	über 1 Woche (13)	nicht bekannt (1)
Euthanasie / Schlachtung (31)	22	3	3	3	-
vollständige Heilung (27)	13	3	3	7	1
unvollständige Heilung (6)	1	1	1	3	-
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	1	1	-	-	-

Tabelle XXVIII Outcome und Lahmheitsgrad

66 Pferde	Lahmheitsgrad:				
Outcome:	5/5 (29)	3-4/5 (20)	1-2/5 (10)	lahmheitsfrei (6)	nicht bekannt (1)
Euthanasie / Schlachtung (31)	24	6			1
vollständige Heilung (27)	5	11	6	5	
unvollständige Heilung (6)		2	3	1	
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)		1	1		

Tabelle XXIX Outcome und lokale Befunde

66 Pferde	lokale Befunde						
Outcome:	Wunde (45)	Schwellung (47)	Dolenz (34)	Krepitation (8)	Instabilität (7)	Wärme (9)	keine Daten (3)
Euthanasie / Schlachtung (31)	17	18	11	7	6		3
vollständige Heilung (27)	23	21	16	1	1	8	
unvollständige Heilung (6)	4	6	6			1	
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	1	2	1				

Tabelle XXX Outcome und Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung

66 Pferde	Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung:					
Outcome:	geschlossen (38)	artikulär (8)	offen Typ I (3)	offen Typ II (24)	offen Typ III (0)	keine Daten (1)
Euthanasie / Schlachtung (31)	15	7	3	13	3	-
vollständige Heilung (27)	17	1	-	9	-	1
unvollständige Heilung (6)	4	-	-	2	-	-
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	2	-	-	-	-	-

Tabelle XXXI Outcome und Therapiemethode

66 Pferde	Therapiemethode:		
Outcome:	Konservativ (33)	Chirurgie (15)	Euthanasie / Schlachtung (19)/(31)
Euthanasie / Schlachtung (31)	2	11	19
vollständige Heilung (27)	23	4	-
unvollständige Heilung (6)	6	-	-
weiterer Verlauf nicht bekannt (2)	2	-	-

ANHANG 2

STATISTISCHE BESCHREIBUNGEN

Tabelle I	Zusätzlicher Probleme nebst der Fissur/Fraktur, Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins Tierspital Zürich und Outcome
Tabelle II	Zusätzlicher Probleme nebst der Fissur/Fraktur, Therapiemethode und Outcome
Tabelle III	Zusätzlicher Probleme nebst der Fissur/Fraktur, Therapiemethode, Frakturtyp und Outcome (reduziert, siehe 8.5.1)
Tabelle IV	Nachträglich aufgetretene Probleme, Therapiemethode und Outcome
Tabelle V	Frakturtyp, Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung und Outcome
Tabelle VI	Frakturtyp, Dauer des Klinkaufenthaltes, Therapiemethode und Outcome
Tabelle VII	Frakturtyp, Lahmheitsgrad im Schritt und Outcome

Tabelle I

Zusätzliche Probleme nebst der Fissur/Fraktur, Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins Tierspital ZH und Outcome

49 Pferde	Anzahl Tage bis zur Einlieferung ins TSP ZH																			
zus. Probleme:	sofort (37)				2 - 4 Tage (8)				5 - 7 Tage (7)				über 1 Woche (13)				nicht bekannt (1)			
Outcome:	T	E	V	U nB	T	E	V	U	T	E	V	U	T	E	V	U	T	E	V	U
offene Fissur/Fraktur (28)	18	13	5	-	3	1	1	1	2	1	1	-	4	2	1	1	1	-	1	-
Gelenksbeteiligung (8)	5	4	1	-	1	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulna-Fx (6)	4	4	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alter (5)	5	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orthopädisch (4)	1	-	-	- 1	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-
Internistisch (3)	1	-	-	- 1	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Schlechter AZ (2)	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belastungsreihe (2)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Nervös, aufgebracht (2)	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dislozierung und/oder zuviele Fragmente (28)	22	19	2	- 1	3	2	1	-	2	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Andere Fx (1)	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wundinfektion (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Lange Anfahrt ins TSP (1)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossar:

T = Total

E = Euthanasie

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

Total sind hier 49 Pferde erfasst

Tabelle II Zusätzliche Probleme nebst der Fissur/Fraktur, Therapiemethode und Outcome

49 Pferde	Therapiemethode:								
zus. Probleme:	Konservativ (33)				Chirurgie (15)				Euthanasie / Schlachtung (19)
Outcome:	T	E	V	U nB	T	E	V	U	
offene Fissur/Fraktur (28)	11	1	8	2	5	4	1	-	12
Gelenksbeteiligung (8)	-	-	-	-	2	1	1	-	6
Ulna-Fx (6)	-	-	-	-	3	3	-	-	3
Alter (5)	-	-	-	-	2	1	1	-	3
Orthopädisch (4)	3	-	1	1 1	-	-	-	-	1
Internistisch (3)	1	-	1	-	1	1	-	-	1
Schlechter AZ (2)	1	-	1	-	1	1	-	-	-
Belastungsreihe (2)	1	1	-	-	1	1	-	-	-
Nervös, aufgebracht (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dislozierung und/oder zuviele Fragmente (28)	2	1	-	- 1	10	7	3	-	16
Andere Fx (1)	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Wundinfektion (1)	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Lange Anfahrt ins TSP (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Glossar:

T = Total

E = Euthanasie

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

Total sind hier **49 Pferde** erfasst:

18 Pferde euthanasiert direkt nach Diagnosestellung

17 Pferde konservativ behandelt

14 Pferde chirurgisch behandelt

Tabelle III

Zusätzliche Probleme nebst der Fissur/Fraktur, Therapiemethode, Frakturtyp und Outcome (reduziert, siehe Punkt 8.5.1)

Frakturtyp / Therapiemethode:															
zus. Probleme:	Fissur (22)			Schräg-Fx (15)			Impressions-Fx (5)			Spiral-Fx (6)			Mehrfragment-Fx (4)		
Outcome:	T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.	
offene Fissur/Fraktur (28)	8	5	2	7	-	-	1	1	-	4	-	2	2	-	1
direkt / später E V U/nB	1 2	4	1 -	7 -	-	-	-	1	-	2 2	-	-	1 1	-	-
Gelenksbeteiligung (8)	2	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
direkt / später E V U/nB	1 -	1	-	5 -	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1	-	-
Ulna-Fx (6)	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1
direkt / später E V U/nB	-	-	-	3 1	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1	-	-
Dislokation und/oder zu viele Fragmente (28)	2	2	-	13	-	2	-	-	-	6	-	4	3	-	1
direkt / später E V U/nB	- 1	-	- 1	11 2	-	-	-	-	-	2 4	-	-	2 -	1	-

Frakturtyp / Therapiemethode:												
zus. Probleme:	Abspreng-Fx (7)			S.-Harris-Fx (2)			Quer-Fx (2)			Längs-Fx (1)		
Outcome:	T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.		T	Therapie kons. chir.	
offene Fissur/Fraktur (28)	5	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
direkt / später E V U/nB	-	4	1 -	1 -	-	-	-	-	-	-	-	-
Gelenkbeteiligung (8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
direkt / später E V U/nB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulna-Fx (6)	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
direkt / später E V U/nB	-	-	-	- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Dislokation und/oder zu viele Fragmente (28)	-	-	-	1	-	-	2	-	2	1	-	1
direkt / später E V U/nB	-	-	-	1 -	-	-	- 1	1	-	-	1	-

Glossar:

T = Total

direkt E = Euthanasie sofort nach Diagnosestellung

später E = Euthanasie nach Vorbehandlung kons. / chir.

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

Tabelle IV **Nachträglich aufgetretene Probleme, Therapie-
methode und Outcome**

20 Pferde		Therapiemethode:							
nachtr. Probleme:	Konservativ (33)				Chirurgie (15)				Euthanasie / Schlachtung (19)
Outcome:	T	E	V	U nB	T	E	V	U	
Fissur/Fraktur der Ulna (1)	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Implantatversagen (3)	-	-	-	-	3	3	-	-	-
Wundheilungsstörung (3)	2	1	-	1	1	1	-	-	-
Phlegmone (5)	3	-	1	2	1	1	-	-	1
Belastungsrehe (2)	1	1	-	-	1	1	-	-	-
Nervenlähmung (2)	-	-	-	-	2	2	-	-	-
Narkosezwischenfall (2)	-	-	-	-	2	2	-	-	-
Refrakturierung nach OP (2)	-	-	-	-	2	2	-	-	-
Knochenfehlstellung (1)	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Knochenlyse (4)	-	-	-	-	3	1	2	-	1
Osteomyelitis (2)	-	-	-	-	2	2	-	-	-
Druckstelle (Gips/Schiene) (2)	1	-	-	- 1	1	1	-	-	-
Zubildungen in Wachstumszone (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Glossar:

T = Total

E = Euthanasie

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

Total sind hier **20 Pferde** erfasst:

7 Pferde konservativ behandelt

12 Pferde chirurgisch behandelt

2 Pferde euthanasiert nach Diagnosestellung

21 1 Pferd doppelt genannt (kons. + chirurgisch)

Tabelle V

Frakturtyp, Klassifikation aufgrund der Weichteilverletzung und Outcome

66 Pferde

66 Pferde	Klassifikation auf Grund der Weichteilverletzung:																			
Frakturtyp:	geschlossen (38)				artikulär (8)				offen Typ I (3)				offen Typ II (24)				nicht Klassifi- zierbar (1)			
Outcome:	T	E	V	$\frac{U}{nB}$	T	E	V	$\frac{U}{nB}$	T	E	V	$\frac{U}{nB}$	T	E	V	$\frac{U}{nB}$	T	E	V	$\frac{U}{nB}$
Fissur (22)	14	1	9	$\frac{2}{2}$	2	1	1	-	-	-	-	-	8	3	4	$\frac{1}{-}$	-	-	-	-
Schräg-Fx (15)	8	8	-	-	5	5	-	-	2	2	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-
Impressions-Fx (5)	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Spiral-Fx (6)	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	3	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Abspreng-Fx (7)	2	-	1	$\frac{1}{-}$	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	4	$\frac{1}{-}$	-	-	-	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quer-Fx (2)	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nicht eindeutig (2)	1	-	-	$\frac{1}{-}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Längs-Fx (1)	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossar:

T = Total

E = Euthanasie

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

Tabelle VI

Frakturtyp, Dauer des Klinikaufenthaltes, Therapie-
methode und Outcome

66 Pferde		Dauer des Klinikaufenthaltes / Therapiemethode:														
Frakturtyp:	Outcome:	1-3 Tage (32)			4-14 Tage (11)			15-28 Tage (15)			bis 2 Mt. (6)			> 2 Mt. (2)		
		T	Therapie kons.	chir.	T	Therapie kons.	chir.	T	Therapie kons.	chir.	T	Therapie kons.	chir.	T	Therapie kons.	chir.
Fissur (22)		10	7	1	2	2	-	7	6	1	2	2	-	1	1	-
	direkt / später E V U/nB	2 / 1	5	1 / 1	-	2	-	-	5	2	- / 1	1	-	-	-	- / 1
Schräg-Fx (15)		13	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1
	direkt / später E V U/nB	12 / 1	-	-	-	-	-	- / 1	-	-	-	-	-	- / 1	-	-
Impressions-Fx (5)		1	1	-	3	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	-	1	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Spiral-Fx (6)		4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	2 / 2	-	-	-	-	-	-	-	-	- / 2	-	-	-	-	-
Mehrfragment-Fx (4)		2	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	2 / -	-	-	- / 1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Abspreng-Fx (7)		-	-	-	3	3	-	3	3	-	1	1	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	-	-	-	-	2	1	-	3	-	-	-	1	-	-	-
Salter-Harris-Fx (2)		2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	1 / 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quer-Fx (2)		-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	-	-	-	-	1	-	-	-	-	- / 1	-	-	-	-	-
nicht eindeutig (2)		-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Längs-Fx (1)		-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Keil- und Avulsions-Fx (0)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	direkt / später E V U/nB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossar:

T = Total

direkt E = Euthanasie sofort nach Diagnosestellung

später E = Euthanasie nach Vorbehandlung kons. / chir.

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

Tabelle VII Frakturtyp, Lahmheitsgrad im Schritt und Outcome

66 Pferde	Lahmheitsgrad im Schritt:															
Frakturtyp:	5/5 (29)				3-4/5 (20)				1-2/5 (10)			Lahmheitsfrei (6)			(1) nicht bekannt	
Outcome:	T	E	V	U nB	T	E	V	U nB	T	V	U nB	T	V	U nB	T	E
Fissur (22)	1	1	-	-	11	3	7	- 1	6	3	2 1	4	3	1 -	-	-
Schräg-Fx (15)	13	13	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Impressions-Fx (5)	2	-	2	-	2	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Spiral-Fx (6)	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mehrfragment-Fx (4)	3	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abspreng-Fx (7)	1	-	1	-	2	-	1	1 -	2	1	1 -	2	2	-	-	-
Salter-Harris-Fx (2)	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quer-Fx (2)	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nicht eindeutig (2)	-	-	-	-	1	-	-	1 -	1	1	-	-	-	-	-	-
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Keil- und Avulsion-Fx (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossar:

T = Total

E = Euthanasie

V = vollständige Heilung

U = unvollständige Heilung

nB = Outcome nicht bekannt

ANHANG 3

ANALYTISCHE UND STATISTISCHE BESCHREIBUNGEN DER HEILUNGSDATEN

Tabelle I	Frakturtyp und Massnahmen bei konservativer Therapiemethode
Tabelle II	Frakturtyp und Massnahmen bei chirurgischer Therapiemethode
Tabelle III	Frakturtyp und Anzahl Tage Verabreichung von NSAID's
Tabelle IV	Frakturtyp und Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt
Tabelle V	Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP und Anzahl Tage Verabreichung von NSAID's
Tabelle VI	Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP und Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt
Tabelle VII	Frakturtyp, Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP und Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt

**Tabelle I Frakturtyp und Massnahmen bei konservativer
Therapiemethode**

32 Pferde	Massnahmen bei konservativer Therapiemethode:					
Frakturtyp:	Schiene (7)	Verband (14)	Cast (1)	Boxenruhe (14)	Boxe.-angebunden (10)	Boxe.-TBTN (8)
Fissur (18)	3	7	-	8	4	6
Abspreng-Fx (7)	1	6	-	5	1	1
Impressions-Fx (5)	3	-	1	1	4	-
nicht eindeutig (2)	-	1	-	-	1	1

Es wurden keine Pferde mit Schräg-, Spiral-, Mehrfragment-, Salter-Harris-, Quer- und Längsfrakturen konservativ behandelt.

**Tabelle II Frakturtyp und Massnahmen bei chirurgischer
Therapiemethode**

15 Pferde	Massnahmen bei chirurgischer Therapiemethode:								
Frakturtyp:	Platten (12)	Zug-schrauben (10)	Schiene (4)	Verband (6)	Gips (1)	Cast (1)	Boxenruhe (6)	Boxe.-angeb. (1)	Boxe.-TBTN (5)
Fissur (2)	-	2	-	1	-	-	-	-	1
Spiral-Fx (4)	4	2	2	1	-	-	1	-	2
Schräg-Fx (3)	3	3	-	1	1	1	1	1	1
Mehrfragment-Fx (2)	2	2	1	1	-	-	2	-	-
Quer-Fx (2)	2	-	1	1	-	-	2	-	-
Salter-Harris-Fx (1)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Längs-Fx (1)	-	1	-	1	-	-	-	-	1

Es wurden keine Pferde mit Impressions- und Absprengfrakturen chirurgisch behandelt. (Entfernung eines Absprengfragments (Sequester) - meist unter Lokalanästhesie - wurde nicht zur Chirurgie gezählt).

Tabelle III Frakturtyp und Anzahl Tage Verabreichung von NSAID's

47 Pferde	Anzahl Tage Verabreichung von NSAID's									
Frakturtyp:	1-4 (3)	5-8 (6)	9-14 (5)	15-20 (6)	21-30 (4)	31-43 (5)	> 43 (3)	keine (12)	(3) Eutha nach OP	
Fissur (18)	1	1	2	3	1	2	-	8	-	konservativ
Abspreng-Fx (7)	-	4	1	1	-	-	-	1	-	
Impressions-Fx (5)	-	-	1	1	-	-	1	2	-	
nicht eindeutig (2)	-	-	-	-	-	1	-	1	-	
Fissur (2)	-	-	-	1	-	-	-	-	1	chirurgisch
Spiral-Fx (4)	1	-	-	-	-	2	-	-	1	
Schräg-Fx (3)	1	-	-	-	1	-	1	-	-	
Mehrfragment-Fx (2)	-	-	1	-	1	-	-	-	-	
Quer-Fx (2)	-	1	-	-	-	-	1	-	-	
Salter-Harris-Fx (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	

Tabelle IV

Frakturtyp und Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt

47 Pferde		vergangene Tage bis Lahmheitsfrei:							
Frakturtyp:	LH-frei seit EU (5)	6-14 (5)	19-33 (6)	36-45 (4)	51-63 (4)	69-92 (5)	nicht be- kannt (6)	Eutha w.B. (12)	
Fissur (18)	4	1	1	3	3	3	2	1	konservativ
Abspreng-Fx (7)	1	4	1	-	-	-	1	-	
Impressions-Fx (5)	-	-	2	1	-	-	2	-	
nicht eindeutig (2)	-	-	1	-	-	-	1	-	
Fissur (2)	-	-	1	-	-	-	-	1	chirurgisch
Spiral-Fx (4)	-	-	-	-	-	-	-	4	
Schräg-Fx (3)	-	-	-	-	-	-	-	3	
Mehrfragment-Fx (2)	-	-	-	-	1	-	-	1	
Quer-Fx (2)	-	-	-	-	-	1	-	1	
Salter-Harris-Fx (1)	-	-	-	-	-	-	-	1	
Längs-Fx (1)	-	-	-	-	-	1	-	-	

Glossar:

EU = Erstuntersuchung

w.B. = während Behandlung

Tabelle V **Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP und Anzahl Tage Verabreichung von NSAID's**

47 Pferde	Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP:			
Tage NSAID's	5/5 (13)	3-4/5 (18)	1-2/5 (10)	lahmheitsfrei (6)
1-4 Tage (3)	2	-	-	1
5-8 Tage (6)	2	2	-	2
9-14 Tage (5)	1	4	-	-
15-20 Tage (6)	-	3	3	-
21-30 Tage (4)	1	2	1	-
31-43 Tage (5)	2	2	1	-
> 43 Tage (3)	3	-	-	-
keine (12)	-	4	5	3
Eutha nach OP (3)	2	1	-	-

Tabelle VI **Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP und Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt**

47 Pferde	Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP:			
Tage bis LH-frei:	5/5 (13)	3-4/5 (18)	1-2/5 (10)	lahmheitsfrei (6)
LH-frei seit EU (5)	-	-	-	5
6-14 Tage (5)	1	3	-	1
19-33 Tage (6)	1	1	4	-
36-45 Tage (4)	-	3	1	-
51-63 Tage (4)	1	3	-	-
69-92 Tage (5)	1	2	2	-
unbekannt (6)	1	2	3	-
Eutha w.B. (12)	8	4	-	-

Glossar:
 EU = Erstuntersuchung
 w.B. = während Behandlung
 LH = Lahmheit

Tabelle VII

Frakturtyp, Lahmheitsgrad im Schritt bei Erstuntersuchung am TSP und Anzahl vergangene Tage bis lahmheitsfrei im Schritt

47 Pferde

47 Pferde				vergangene Tage bis Lahmheitsfrei:																													
Frakturtyp:	LH-frei seit EU (5)				6-14 Tg (5)				19-33 Tg (6)				36-45 Tg (4)				51-63 Tg (4)				69-92 Tg (5)				nicht be- kannt (6)				Eutha w.B. (12)				
LH-Grad:	5	3	1	frei	5	3	1	frei	5	3	1	frei	5	3	1	frei	5	3	1	frei	5	3	1	frei	5	3	1	frei	5	3	1	frei	
Fissur (20)	4				1				2				3				3				3				2				2				
				4				1					1	1			2	1			3				1	2			2			2	
Schräg-Fx (3)	-				-				-				-				-				-				-				3				
																															2	1	
Impressions-Fx (5)	-				-				2				1				-				-				2				-				
									1		1			1										1	1								
Spiral-Fx (4)	-				-				-				-				-				-				-				4				
																														4			
Mehrfragment-Fx (2)	-				-				-				-				1				-				-				1				
																	1														1		
Abspreng-Fx (7)	1				4				1				-				-				-				1				-				
				1	1	2		1			1																1						
Salter-Harris-Fx (1)	-				-				-				-				-				-				-				1				
																															1		
Quer-Fx (2)	-				-				-				-				-				1				-				1				
																					1									1			
nicht eindeutig (2)	-				-				1				-				-				-				1				-				
											1																1						
Längs-Fx (1)	-				-				-				-				-				1				-				-				
																							1										

Glossar:

EU = Erstuntersuchung

w.B. = während Behandlung

LH = Lahmheit

GLOSSAR

Abb.	Abbildung
AO-Vet.	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
Art.	Articulatio
BWS/ LWS	Brustwirbelsäule/ Lendenwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise
caud.	caudal
cran.	cranial
CT	Computertomographie
dist.	distal
FFD	Focus-Film-Distanz
FOD	Film-Objekt-Distanz
Fx	Fraktur
et al.	und andere
etc.	und so weiter
Eutha	Euthanasie
ggf.	gegebenenfalls
ggr.	geringgradig
ev.	eventuell
GTRD	Grosstierrettungsdienst
GTVBS	Grosstier-Vertikalbergungsset
hgr.	hochgradig
IgG	Immunglobulin G
IKT	Innere Körpertemperatur

KG	Krankengeschichte
KV	Kilovolt
LH	Lahmheit
M.	Musculus
mA	Milliampere
max.	maximal
med.	medial
mind.	mindestens
mgr.	mittelgradig
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie
NSAID`s	Nichtsteroidale Entzündungshemmer
OP	Operation
Proc.	Processus
prof.	profundus
prox.	proximal
PTA	Privattierarzt
rel.	relativ
TBTN	Tierbergungs- und Transportnetz
Tr.	Trächtigkeit
Trsp.	Transport
TSP ZH	Tierspital Zürich
z.B.	zum Beispiel

DANKSAGUNG

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei allen Personen bedanken, welche mir bei der Durchführung, Gestaltung und dem Abschluss dieser Dissertation geholfen und mich unterstützt haben.

Im Besonderen erwähne ich:

Meine **Frau Doris**, welche mich bei der Auswertung der Daten sehr tatkräftig unterstützt und motiviert hat.

Frau **med. vet. Beatrice Kunz**, für die sehr gute kollegiale Zusammenarbeit und die Mithilfe bei der Zusammenstellung der Daten.

Herr **Prof. Dr. med. vet. Anton Fürst**, für die Überlassung des interessanten Themas und die sorgfältige Korrektur meiner Arbeit.

Herr **Prof. Dr. med. vet. Hans Geyer**, für die Übernahme des Korreferates und die genaue Korrektur.

Die **Abteilung der Bildgebenden Diagnostik** am Tierspital Zürich, für die Bereitstellung der Röntgenbilder.

Curriculum Vitae

Vorname, Name: Markus Hartmann
Geburtsdatum: 29. März 1977
Geburtsort: Bludenz
Nationalität: Österreich

Schulausbildung

09.1983 - 07.1987 Volksschule, Bürs, Österreich
09.1987 - 07.1991 Hauptschule, Bürs, Österreich

Höchster Schulabschluss

17. Juni 1996 Matura, Höhere gewerbliche Bundeslehranstalt für
Tourismus (HLT), Bludenz, Österreich

Studium

10.2000 - 02.2006 Veterinärmedizin, VU Wien, Wien, Österreich

Abschlussprüfung med. vet.

28. Oktober 2005 VU Wien, Wien, Österreich

Anfertigung der Dissertation

02.2013 - 11.2013 unter der Leitung von Prof. Dr. med. vet. Anton Fürst
am Departement für Pferde der Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich, Direktor Prof. Dr. med. vet. Anton Fürst

Fachrelevante Anstellungen

07.2006 - 01.2007 Tierklinik Cepicka, Schlins (Vorarlberg), Österreich
03.2007 - 01.2008 Assistent Grosstierpraxis Celsius AG, Uttwil (TG), Schweiz
02.2008 - 05.2009 Assistenztierarzt, Tierklinik Leimental, Biel-Benken (BL), Schweiz
08.2009 - 11.2010 Assistenztierarzt, Tierklinik Nesslau, Nesslau (SG), Schweiz
12.2010 - 02.2011 Assistent temporär, Nutztierpraxis, Kaltbrunn (SG), Schweiz
11.2011 - 12.2011 Externship Pferdeklinik Equidocs, Ebreichsdorf, Österreich
01.2012 - 12.2013 Assistent, Tierarztpraxis Dr. T. Fritsche, Appenzell (AI), Schweiz
